





O. IX. 77







# ELEMENTA PHYSICÆ

CONSCRIPTA IN USUS ACADEMICOS

A

PETRO VAN MUSSCHENBROEK

QUIBUS

Nunc primum in gratiam studiosæ juventutis accedunt ubique  
auctaria quamplurima, frequentissimæ adnotationes, Dispu-  
tatio Physico-historica de rerum corporearum origine, ac  
demum de rebus Cælestibus Tractatus

OPERA ET STUDIO

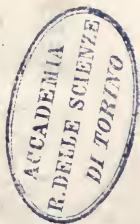
ANTONII GENUENSIS

In Regia Neapolitana Academia Philosophiæ  
Professoris celeberrimi.

EDITIO TERTIA VENETA

*Ad novissimam Neapolitanam exacta, atque in multis  
emendata atque aucta.*

TOMUS SECUNDUS.



V E N E T I I S,

M D C C L X I.

EX TYPOGRAPHIA REMONDINIANA.  
SUPERIORUM PERMISSU, AC PRIVILEGIO.

Cum animus cælum, terras, maria, omniumque rerum  
naturas respexerit, eaque unde generata, quo recurrant,  
quando, quo modo obitura, quid in iis mortale & ca-  
decum, quid divinum, æternumque sit viderit, in hac  
illa magnificentia rerum, atque in hoc conspectu, &  
cognitione naturæ, Dii immortales! quam ipse se no-  
luit, quam despiciet, quam pro nihilo putabit ea, quæ  
vulgo dicuntur amplissima? *Cic. Leg. 1.*



# ORDO CAPITUM

Secundi Tomi

## PHYSICÆ ELEMENTORUM.

CAP. XXVII.	<b>D</b> E Proprietatibus Lucis generalibus. Pag. 3.	
XXVIII.	De Luce refracta.	16
XXIX.	De Luce illapsa in superficies Planas & Spharicas Mediorum refrigerantium.	26
XXX.	De Luce ex Aere illapsa in Vitrum, atque ex eodem iterum in Aerem transeunte.	32
XXXI.	De diversa Radiorum refrangibilitate, & Coloribus.	36
XXXII.	Descriptio Oculi.	47
XXXIII.	De Lucis transitu per Oculi humores, & de Visione.	58
XXXIV.	Dioptrica.	79
XXXV.	Catoptrica.	90
XXXVI.	De Aere.	112
XXXVII.	De Sono.	149
XXXVIII.	Generalia de Meteoris Aereis.	170
XXXIX.	De Meteoris Aqueis.	181
XL.	De Meteoris Igneis.	211
XLI.	De Meteoris Aereis, sive de Ventis.	232

# ORDO CAPITUM

## TRACTATUS DE REBUS CÆLESTIBUS.

*De Mundi Systemate.*

### P A R S P R I M A.

CAP. I.	<b>I</b> dea Generalis Systematis Planetarii.	Pag. 253
II.	De Motu apparenti.	273
III.	De Phenomenis Solis ex Motu Telluris in Orbita.	276
IV.	De Phenomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris Motibus in Orbitis suis.	278
V.	De Phenomenis Planetarum superiorum, ex horum & Telluris Motibus in Orbitis suis.	282
VI.	De Phenomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis. Ubi de Eclipsibus Solis & Lunæ.	284
VII.	De Phenomenis ex Motu Solis, Planetarum, & Lunæ circa Axes.	290
VIII.	De Phenomenis Telluris Superficiem, & peculiare hujus Partes, spectantibus.	295
IX.	De Phenomenis ex Motu Axeos Telluris.	309
X.	De Stellis fixis.	312

### P A R S S E C U N D A,

Motuum Cælestium Causas Physicas declarans.

CAP. XI.	<b>D</b> E universali Gravitate.	Pag. 318
XII.	De Motu Telluris.	323
XIII.	De Densitate Planetarum.	327
XIV.	De Causa motus Planetarum, quam Renatus des Cartes commentus est.	331
XV.	De Causis Motuum Cælestium a celeberrimo D. Leibnitio adductis.	345
XVI.	Totius Systematis Planetarii Explicatio Physica secundum Cl. Isaaci Newtoni principia.	351
XVII.	Motus Lunæ Explicatio Physica.	357
XVIII.	De Planetarum Figuris.	372
XIX.	Motus Axeos Telluris Explicatio Physica.	375
XX.	De Æstu Maris.	376
XXI.	De Lunæ Densitate & Figura.	382

ELE-

# E L E M E N T A P H Y S I C Æ.

C A P. XXVII.

*De Proprietatibus Lucis generalibus.*

§. 841.



GNEM, præter vires rarefaciendi & calefaciendi corpora, etiam facultatem lucendi habere, adseruimus supra: hanc breviter in aliquot capitibus examinabimus.

§. 842. Quicquid efficit, ut mediantibus oculis animus videat, Lux est: Quæ vel directe a corpore

lucente emissa, vel a corporibus illuminatis reflexa, oculos ingreditur. Opæ Lucis videmus objecta lucentia, objecta non lucentia, Quantitatem, Figuram, Locum, Situm, Distantiam, Continuum, Separatum, Motum, Quietem, & Colores. Luce absente horum omnium nihil videmus. Ut autem memorata videamus, oportet, ut oculus notabili intervallo ab objectis absit.

§. 843. Scintilla lucens minima in omni puncto superficiei sphaeræ conspici potest, cujus centrum scintilla occupat: inter scintillam & oculum in linea recta opaco interposito obice, lux non videtur: quare conspicitur quasi in radiis e centro sphaeræ ad totam superficiem emissis (1).

§. 844. Hanc ob causam Philosophi lucem, in rectis lineis delatam, *Radios Lucis* vocarunt.

A 2

§. 845.

(1) Hinc non lateraliter & flexuosa via, sed recta undique linea ex centro in circuitum lucis propagationem fieri constat: ideo enim inter scintillam & oculum opaco interposito obice umbra post hujus tergi spargitur, quod lucis radii a scintilla tanquam ex centro prodigentes, & obicis margines perstrin-

gentes recta subinde progrediantur, quin in obicis tergi deflectant. Hinc Planetarum oriuntur umbræ ab eorum parte, quæ est Soli aversa; in quarum umbrarum spatia cum alii versantur Planetæ, deliquium vel eclipsim pati dicuntur, quod scilicet ibi nulli sint solares radii, qui ad oculos regerantur. Directa item

§. 845. Horum radiorum subtilitas ingens est, & lineis Geometricis fere æmula: si enim chartæ infictum acu sit exiguum foramen, per id Spectator supinus omnia objecta in hemisphærio cælesti videbit: Erectus autem cæli quartam partem, una cum omnibus solo insistentibus ante se corporibus adspiciet: adeo ut innumera radiorum, ab objectis aut emissorum aut reverberatorum copia, per exilissimum transiens foramen, subtilitatem ostendat, quantam consequi acies ingenii humani non possit.

2. Si sebacea vulgaris ardens candela noctu in apice altæ turris ponatur, ad distantiam dimidii milliæ ab omni parte videri potest; quare nullus in sphæra, diametri unius milliæ, oculo concedi locus potest, qui non e flammula radium lucis recipiat. Radii hi omnes in flamma aggregati fuerunt; quæ cum sit exigua respectu ingentis sphære, quæ illuminatur, summam radiorum subtilitatem quoque probat.

3. Lux quoque penetrat per Adamantum, Gemmarum, Vitrorum poros, qui adeo angusti sunt, ut ope quorumcunque Microscopiorum detegi hucusque non potuerint.

§. 846. Radiorum lucentium longitudo est fere infinita: non enim modo a Sole ad Terram exporriguntur, quæ tanto intervallo a se distant, ut e tormento bellico explosus rapidissima celeritate globus, id vix 25. annorum spatium emetiri possit: sed etiam radii a Stellis fixis remotissimis ad nos usque extenduntur, quarum distantia in immensum major priori; cum enim ex recentissimis Bradleji observationibus, annuæ parallaxeos angulus (1) non major minuto

radiorum lucis propagatio vel ex eo liquet, quod si per exiguum foramen in fenestra factum, obscuram domum solaris radius ingrediatur, per totum qua patet spatium, a foramine usque ad corpus opacum ulteriori propagationi resistens, linea recta lucida videbitur, in directum cum alia a foramine ad Solem jacent. Quod si in opposito opaco obiecte e regione ejus foraminis aliud fiat aliquando majus foramen, per quod admissus radius excipiat, & transeat, tam manebit obscurum cubiculum, quam si nulla lux per illud

transisset. Lucis ergo radii per cubiculum transeuntes nihil lateraliter valent, iidemque ad visionem nil conferunt, nisi recta in oculos incidant, eosque percellant.

(1) Is scilicet angulus, quem in centro stellæ efficiunt duæ rectæ duæ ex terminis diametri ejus orbitæ, quam Tellus in systemate Copernicano annuo motu describit. Ex eo autem observato angulo sinnotescit per Trigonometriam fixæ distantia a Terra, quemadmodum suo loco demonstrabitur.

minuto secundo colligatur, erit Stellarum distantia a Terra tanta, ut eam globus tormentarius non nisi annis 104166666636 percurrere possit.

§. 847. Quoniam in hac immensa distantia Stellæ luce vividissima micant, erit radiorum robor non, vel parum imminutum: quod, nisi per spatium cælestis vacuum, & nullo modo resistens, lucemve reflectens aut intercipiens, radii transivissent, concipi nequit (1).

§. 848. Quoniam Lux e scintilla, vel e quolibet corpore lucente in lineis rectis, tanquam a centro in omnem sphaeræ ambitum exit, radiis a se divergentibus exhibet. Horum nonnulli SA, SE (Tab. I. Fig. 11.) magis, alii SA, SB minus divergunt.

§. 849. Propter hanc lucentium radiorum divergentiam, lucis densitas in majori intervallo a centro lucente decrevit, quidem in ratione reciproca duplicata distantiarum a centro: quod demonstratione simili, ac data fuit in §. 228. probatur. Id quoque multis Experimentis, tam ope radiorum Solarium, quam candelæ, facillime ad oculum demonstratur (2).

A 3

§. 850.

(1) Quod hic innuit Auctor pro spatio cælesti vacuo argumentum, vim modo habet, si syderum lucem ponatur consistere in effluviis substantialibus rapidissimo motu ab istis syderibus ad nos usque propagatis: qui enim ejusmodi effluviis prærapida diffuso per ingentia cælorum spatia posset intelligi; nisi hæc aut absolute vacua, aut interspersis vacuolis undique pervia statuerentur? fac quippe omnia plena; continens igitur ex opposito densio corpore impedimentum luci esset, neque adeo tam libere ad nos ea posset pervenire. At si lucem non per translationem substantiæ corporis lucidi, sed sola motus communicatione a corpore lucido per interpositum medium ad oculos usque propagari statuas, id pro vacuo argumentum nullam habet vim. In

sequentibus vero patebit priorem de lucis propagatione sententiam præ altera probabiliorē esse, omnemque adeo ei argumento esse vim.

(2) Experimentum candelæ Auctori memoratum est hujusmodi. Obsecuro conciavis funale admoveatur unico accenso ejus ellychnio; tum scriptum aliquod in ea distantia a flamma removeatur, donec ultimo legi possit; adeo ut si paulo remotius fiat, legi ulterius nequeat; sitque ea distantia decem g. passuum. Accendatur præterea alterum ellychnium, vel adhuc tertium, omnibus paribus; tum ponatur scriptum in dupla distantia, passuum scil. 20; ibi tamen haud legi scriptum poterit; legatur tandem in eadem 20 passuum dist.

§. 850. Lux ex quolibet corpore lucente exit, & perniti velocitate prorepit.

Ex observatis Circumjovialium Eclipsibus hoc a Romero (a) demonstratum fuit. Sit A (Tab. 1. Fig. 1.) Sol, BCDE orbita annua terræ, F Jupiter, HG N orbita intimi Satellitis, G Satelles ingrediens umbram Jovis, H idem ex umbra exiens. Si Terra versante in B, Satelles

egredi ex umbra visus sit, post  $42 \frac{1}{2}$  horas iterum similis emerfio observabitur; & si Terra semper maneat in B, intra trigefies  $42 \frac{1}{2}$  horas, 30 emerfiones videbuntur. Verum interea Terra, recedendo a Jove, moveatur ad C, tum si Lux impendat tempus in suo decursu, emerfio Satellitistardius in C observabitur, quam antea observabatur in B,

atque tempori horarum  $42 \frac{1}{2} \times 30$  id addendum erit, quod lumen impendit, transeundo spatium MC, quod est differentia spatiorum CH, BH. Plurimorum annorum observationes ostenderunt, hoc tempus esse admodum notabile, & quidem decem minutorum vel plurium, ex quibus colligendum est, Lucem tempus 8', 13" secundum Cl. Bradlejum impendere, ut distantiam, quæ inter Solem Terramque intercedit, percurrat. Er quamvis nonnullæ inæqualitates temporis ab excentricitatibus orbitarum Satellitum oriri possint, hæ non convenire possent in omnibus Satellitibus, tum in quolibet Terræ situ in sua orbita (1).

2. Re-

(a) *Hugenius de la Lumière Ch. i.*

distantia, cum quatuor accensum erit ellychnium. Ex hoc autem experimento densitatis lucis decrementum in reciproca duplicata distantiarum a centro ratione nullo negotio deducitur: inde enim liquet ab una & simplici flamma genitam lucem in distantia decem passuum æqualem esse luci genitæ in distantia passuum 20 & quatuor similibus flammis: Sed in eadem distantia 20 passuum lux a quatuor genita flammis quadrupla est luci genitæ ab unica flamma in eadem distantia, ob effectum causæ suæ proportiona-

lem: Ergo lux genita ab unica flamma in distantia decem passuum quadrupla erit luci genitæ ab unica adhuc flamma in distantia dupla; seu passuum 20; quemadmodum 400 quadratum distantia 20 quadruplum est 100, seu quadrati distantia decem. Intensio ergo lucis in ea ratione decrefcit, qua distantiarum quadrata crescunt.

(1) At id hic adnotandum non defuisse, qui alii causæ præter successivam lucis propagationem eam temporis inæqualitatem esse tribuendam contenderint. Cl. quidem Casinu



## 2. Recentiores Astronomi detexerunt, Stellaras fixas nullis

A 4

finus etſi primum cum Romero ſenſerit, brevi tamen ſententiam ſuam mutavit, eoductus argumento, quod eadem temporis differentia in ſingulorum Satellitum emerſionibus obſervanda foret, ſi revera a ſucceſſivo luminis motu ea penderet: at pro ſingulis Satellitibus diverſa deprehenſa eſt Viro Cl. Verum Cl. Halley, qui tabulas Caſſinianas de motu intimi Satellitis in compendium reduxit; facilioremque computationem reddidit, ejuſmodi exhibuit obſervationes, ex quibus ſequitur eandem temporis differentiam pro emerſionibus tertii & quarti ſatellitibus obtinere, quæ in intimi ſatellitibus emerſionibus obſervata eſt. Cl. etiam J. Pound Anglus, qui plures de Jove, aliique corporibus cæleſtibus accuratas inſtituit obſervationes, quique tabulas primi Satellitis Caſſinianiſ correctiones exhibuit, teſtatur ſe plurium annorum obſervationibus eandem temporis variationem in ſingulorum Satellitum emerſionibus obſervaviſſe. Atque ita Caſſini ſubmotâ difficultate, integra Romeri argumento manet viſ.

At nova argumenta contra eandem Romeri ſententiam produxit Maraldi Academiæ Scientiarum Aſtronomus An. 1707. Eorum præcipuum eſt quod ſecundum recentiores Aſtronomos, Jupiter, quemadmodum ceteri Planetæ, Ellipſim circa Solem deſcribat, in cujus torum altero datur Solis centrum: hinc non eadem ubique Jovis a Sole diſtantia: maxima diſtantia minimam ſuperat quantitate æquali diſtantiæ diſtantiæ Solis a Tellure; atque adeo variata ejuſmodi diſtantiæ emerſionis retardatio reſpondenti variatione obſervaretur; quod tamen indicatis obſervationibus minime quadrare contendit Maraldus. Verum laudatus J. Pound plurium annorum obſervationibus contrarium ſibi conſtituiſſe tradit; obſervatum ſcil. ſibi id temporis diſcrimen in emerſione primi Satellitis, quod variationis Jovis a Sole diſtantiæ reſpondet.

Ceterum Maraldi argumentis occurrat Cl. Granjean in comm. Pariſ 1732.

Interim ex demonſtrata ſucceſſiva lucis propagatione duo conſequuntur. 1. Immenſam pene eſſe lucis velocitatem; qua a Sole ad Tellurem diffunditur, cum ingens interjeſtum ſpatium, quod ſecundum Cl. Aſtronomorum ſupputationem, pila eadem ſemper cum velocitate, qua e tormento bellico egreditur; 25 annorum tempore emittetur, lux octo minorum ſpatio peragrat. Sonorum ſane propagationem velociſſimam eſſe conſtat, ſinguliſque artiſtæ pulſibus 180; hexapedas conſicere teſtatur Cl. Hugenius *tractatu de lum. c. 1.*; at lucis velocitas ſecundum ejuſdem Cl. Viri ſupputationem centies millies major eſt velocitate ſoni. Eadem quoque lucis velocitas ad ejuſdem pileæ e tormento bellico exploſæ velocitatem, ſecundum Auctoris noſtri calculum §. 852. eam habet rationem, quam 1634683 ad 1.

2. Colligi hinc etiam poteſt, ſaltem præterpropter, temporis intervallum, quod lux a ſtellis fixis ad noſtram uſque tellurem propagatur. Siquidem ſecundum mox laudatas Bradlei obſervationes, ſi qua eſt fixarum annua parallaxis, ea unius minuti ſecundi angulum haud quam excedit, ex quo inde facile inito calculo colligitur ſtellarum a Tellure diſtantiam Solis diſtantia ab eadem tellure, 400000 vicibus majorem eſſe. Si ergo lux a Sole ad nos interjeſtum iter 8 minorum intervallo conſicit; per regulam proportionum inito calculo, ceterisque paribus ſuppoſitis, reperietur a prædictis ſtellis ad noſtram uſque tellurem ſex annorum ſpatio pervenire lucem. Sed ſtellarum, quæ parallaxis angulum unius ſecundi habent, primæ ſunt magnitudinis; igitur quæ ſexta magnitudine fulgent, poſito, quod earum diſtantia, priore ſextuplo major ſit, nonniſi 36 annorum ſpatio ſuam lucem ad tellurem uſque tranſmittent.

nullis subjici aberrationibus, quarum ordo per annuam parallaxin representari non potest, neque a refractionibus, nec a nutatione axis terrestris pendet, verum explicari potest facile & clarissime, si luci motus successivus e stellis fixis ad Terram, atque huic motus annuus circa Solem tribuatur; quemadmodum solertissimus Bradleyus (a) elegantissime demonstravit; cujus doctrina contra aliorum (b) difficultates inconcussa manet. Terram enim supponere immobilem, & circa eam Solem moveri, ex auctoritate SS. Patrum, est hac tempestate lusus in re seria: nec magis stringunt nonnulla loca ex S. Scripturis petita, & male intellecta, aut inversa, uti olim a multis probatum fuit (c) (1).

3. Lucem autem moveri, aliis adhuc argumentis evinci potest: Quid enim est lux præterquam Ignis, in rectis delatus lineis, ingressusque oculos? Verum Ignis movetur, uti Capite superiori evictum est. Ignis adhærens corporibus simul cum iis, quæ volatilia facta sunt, movetur; uti ex vapore calido ascendente, & ex fumo calente patet. Præterea omnia ardentia & lucentia consumuntur, ac tandem deficiunt, quod fieri nequit, nisi per emanationem lucis & materiæ combustæ.

4. Nonne caput fulminis, ejusque radios, & finem distinguimus, etiamsi velocissime lux moveatur?

5. Lucem Solis, radiis constantem fere parallelis, ope sphericæ concavi speculi a parallelismo removemus, reddimusque convergentem in focum: quæ aberratio a via prioris absque motu radiorum peragi nequit: tum vero radios vehementissime moveri, patet ex eorum impetuosissima actione.

6. Possumus quoque radios lucis a se separare, tum vi-

(a) *Philos. Transf. N. 406. Smith. Optiks B. 4. C. 7.*

(b) *Commentarii Bononiens. p. 627.* (c) *Velthuisius de quiete Solis. Horrebovii Copernicus Triumphans.*

(1) De fixarum aberrationibus, earumque causis in adjecto tractatu Astronomico opportunior fortasse erit disquirendi locus. De iis quidem acute & pereleganter commentatus est Cl. Bradleyus; at quam earundem aberrationum tradit rationem a lucis successiva propagatione, & telluris motu dependentem, uti iisdem explicandis accommodatissimam, meræ tamen hypothesis limites haud excedere fatius adfirmare ducimus, quam Telluris motum Ecclesiæ Romanæ Theologis improbatum adstruere. Ceterum quod Auctor noster pro Telluris motu adversus eorundem Theologorum sententiam pugnet, mirum esse non debet, quod extra Romanæ Ecclesiæ communionem is sit, ut alibi observavimus.

tris concavis sphaericis, tum prismaticis, atque lucem in quemcumque locum, ubi antea non aderat, dirigere: quod fieri non posset, nisi lux moveretur, atque ex lucente corpore exiret.

7. Immo in refractionibus per diversa media accelerantur & retardantur radii lucis, adeoque moventur.

§. 851. Hinc cadit doctrina Acutissimi Cartesii (a), qui Lucem diffusam per Universum, corporibus plenum, concipiebat, eamque a corpore lucente premi, pressam percipi ab oculo, ad alterum radii extremum posito, non vero exire, adfirmabat (1). Verum secundum hanc hypothesisin

(a) *Dioptr. Cap. 1. §. 3. & in Ep. 17. p. 2.*

(1) Cartesii de lucis natura sententiam leviter Auctori indicatam paulo fusius praestat exponere. In primis Solem, stellas, aliaque ex se lucentia corpora nil aliud esse reputat Cartesius, quam tenuissimum corpus (quam materiam primi Elementi seu materiam subtilem appellat): id magna copia congestum, ad sphaerae formam conglobatum, & circa suum axem perpetuo & vehementi gyro ductum fingit. 2. Cuique ejusmodi lucenti corpori, e. g. Soli, circumfusam ponit materiam, a sphaerica partium figura globosam dictam, vel etiam materiam secundi elementi, eamque immensum prope modum spatium occupantem, ac circa Solem veluti centrum perpetuo revolventem, Vorticem appellat. Ex hac globosa materia fieri caelum, eademque aeris, aquae, vitri, aliorumque corporum meatus repletos esse statuit. 3. Porro cum corpus quodlibet in gyro actum a centro sui motus recedere conetur; hinc vult primi elementi materiam, ex qua Sol constat, ob circularem motum conniti ab axe sui motus quaquaversus recedere, eoque nisu circumstantes secundi elementi globos quaquaversus recta impellere. Cumque hi globuli eo ordine sint dispositi, ut unus alium excipiat, atque adeo praelongas series, seu fila globorum circa Solem efforment, & ab eo ad extremum usque vorticis, instar radiorum a centro ad circumfe-

rentiam, protendantur; hinc fieri contendit, ut extremus seriei globulus Soli conterminus a materia subtili impulsus, per totam globulorum seriem ad alterum usque extremum eam pressionem transmittat, idque temporis puncto, seu in instanti; eadem ferme ratione, ac si alterum funis vel bacilli extremum quis moveat, per totam funem vel bacillum ad alterum usque extremum, puncto temporis, diffusum eum motum repetit. 4. Demum in ejusmodi materiae secundi elementi motu, sive potius impulsu ad oculos usque translato, omnem lucis naturam sitam esse, eamque idcirco in instanti propagari contendit.

At id imprimis tirones nostros scire juvat explicatam haecenus Renati sententiam, etsi veluti novum quiddam & inauditum ab eo obtrudatur, reapse tamen novam non esse sententiam, sed ut pleraque alia ab aliis Auctoribus, ita de lucis natura sententiam ab Aristotele, ejusque interpretibus mutuatus est. Aristoteles quippe l. 2. de Anima cap. 7. aperte ait lumen nec ignem esse, nec omnino corpus, nec effluxionem corporis alicujus, sed *πρὸς ἢ τὸ ἐόντος τίνος πάροςτιν ἐν τῷ διαφανεί*, id est, *ignis, vel talis cujusdam praesentiam in eo, quod est pellucidum*; eodemque loco lumen dicit *τὸ διαφανὲς ἐνέργειαν ἢ διαφανές*, *Alum perspicui, quantum est perspicuum*. Lucem igitur a perspicuo distineit

Ar.

thesim nullæ unquam forent tenebræ, quia enim lux Fluidum est, hujus legibus subijcietur; observamus autem, si Fluidum, vasi inclusum, ab una parte premitur, pressio- nem in omnem determinationem propagari. Quamobrem si Sol supra horizontem moveretur, vel infra eum occideret, oculus apertus semper lucem ejus perciperet, videretque, quod Experientiæ repugnat (1).

§. 852.

Aristoteles; & quamvis non clare explicet in quo perspicui sita natura sit, id tamen concipit veluti subjectam materiam, in qua lux recipitur; uti etiam clarius ex cap. 3. *de sensu & sensibili* liquet, ubi habet perspicuum in quo sunt tenebræ esse perspicuum potestate, in quo lux perspicuum actu. In quo vero consistat ea ignis, vel talis cujusdam præsentia in perspicuo, quæ lucem ipsi constituit, etsi ex Aristotele clare non liqueat, ejus tamen interpretes Joannes Grammaticus, dictus Philoponus, & Simplicius tradiderunt. Ille enim commentario suo in cap. 7. l. 2. *de anima* hæc habet: *quemadmodum si funiculi longi, tensique extremum moveas; funiculus totus sine temporis interjecta mora movetur propter partium contiguitatem, dum antecedens quæque sequentem commovet: ita concipere oportet in actione luminis rem habere: quod omnia mundi corpora seinvicem deinceps contingant.* Simplicius vero in eundem Aristotelis locum, *lumen*, inquit, *esse quasi baculum, qui uno sui extremo a Sole motus, alio extremo oculum moveat.* Hæc satis ostendunt, quoad rei summam, eandem esse Cartesii, & Aristotelis de lucis natura, ejusque propagatione sententiam, nilque aliud Renatum hac in re præstitisse, quam Aristotelis interpretationem.

Illud præterea observandum recentiores Peripateticos, etsi ab Aristotelis opinionibus nec latum unguem se discedere gloriantur, aliam tamen nobis obtrudere de lucis natura sententiam, ab Aristotelis doctrina quam longissime remotam. Actus enim perspicui Aristotelis, eis est

nova quædam natura, quam accidens vocant, & *qualitatem oculisam*. Eam docent non posse sine ullo subjecto solitariam progredi, idcirco a corpore lucido in perspicuo sibi contermino produci, eam scilicet educendo ex potestate ipsius perspicui, etsi in perspicuo actu, seu reapse non contineatur; ejusmodi vero lucem in perspicuo contermino a corpore lucido productam, aliam lucem in alia perspicui parte sibi contigua pari ratione gignere; atque hanc rursus aliam in alia parte contigua, atque ita porro per immensum spatium lucem diffundi, donec ad oculum, vel aliud opacum corpus perveniat. At id ab his Doctoribus quæssiverim, quænam scilicet anceps illa, ut ita dicam, lucis natura, quæ corpus non est, sed corporea, omnesque corporis functiones imitatur, ut in reflexione, refractione, combustionem patet; tum quomodo ex perspicuo educatur actu, seu reipsa, cum actu & reipsa in perspicuo non sit? Verum hæc ne vel Oedipus ipse intelliget, atque adeo absurda & inepta sunt, ut in iisdem rejiciendis tempus terendum haud sit.

(1) Sed duo præterea hic commemoranda sunt, quæ Renati de lucis natura sententiam pessumdant prorsus. 1. Fixarum lucem terricolæ oculus percipere haud posset, si veræ ea doctrina foret. Cum enim fixa quævis, Solis instar, centrum sit sui vorticis, totque dentur ejusmodi vortices, quot fixæ, hique contrariis & æquipollentibus viribus se mutuo cohæbeant, quin unius materia in alterius vorticem subeat, eumque absorbeat; intelligi nulla ratione potest.

§. 852. Si summam rapiditatem, qua lux Solis movetur,  
& exi-

potest, quomodo ea pressio, quam fixarum materia in suum circumpositum vorticem exercet, & in qua syderis lux consistit, ex suo vortice exire, & per nostrum propagari usque ad oculum valeat; multoque minus intelligi id potest, cum inter fixæ vorticem, & solem nostrum plures alii interpositi sint. 2. Et illud etiam nec intelligitur, quomodo lucis propagatio per globulorum series veluti radios directe a centro ad circumferentiam fiat: corpus enim omne quod in gyrum circumducitur, ut lapis in funda, conatur quidem a centro discedere, sed non recte per radios circuli, quem describit, sed per lineas eum circum contingentes, ut alibi observatum est.

Ut autem de lucis natura probabilior sententia, clarius quam ab Auctore nostro sit, declaretur, id imprimis firmum, ratumque habendum, lucem in motu cuiusdam materię consistere, quod, Scholasticis exceptis, Philosophorum neminem abnuere puto. Sive enim quo pacto lux producat, spectes; produci hic in terra observatur ab igne imptimis & flamma, quibus quin insint corpora quædam rapidissimo motu abrepta nemo sanus dubitat. Sive lucis effectus respicias; cum speculorum, vel lentium ope collecta ea est, ignis instar urit, solidissima quæque inflamat, dissolvit; quod materię cuiusdam motum evidentissime declarat, & lucis quoque reflexione, & refractione dilucide indicatum. At id disquirendum modo est, quænam isthæc materia sit, cuius motus lucem constituit. An scilicet a corporis lucidi substantia est diversa; eumque motum a Sole, aliisque lucidis corporibus primo excitatum; interpositum medium æthereum in se recipiat, atque successive, quemadmodum soni propagatio fit, ad oculos usque nostros referat? An potius eadem erit corporis lucidi substantia ad subtilissimis effluviis ab ipso corpore lucido, tanquam a centro per

radios jugiter emanans, & per ingentia spatia rapidissimo motu ubique diffusa: adeo ut merito dici possit lucem esse ipsum corpus luminosum in subtilissimas particulas extenuatum, seu rarefactum? Primum Aristoteli, Cartesio, ut vidimus, tum Hugenio aliisque placuit: posterius vetustissima est Democriti, Epicuri, ejusque sectatorum sententiæ, Gassendo, Nevvtono, aliisque innumeris recentioribus probata.

Etsi autem involuta admodum & obscura hæc quæstio sit, variisque difficultatibus implicitum quicquid seligatur, posteriorem tamen sententiam altera probabiliorum ducimus ob sequentia momenta. 1. Si lux non per translationem lucidæ substantiæ, sed instar soni per motus communicationem in materia æthereâ propagaretur, id contingere omnino oporteret, ut quemadmodum sonus, ita etiam lux lateraliter, & flexuosa via proferretur; quod tamen experienciæ adversatur. Evidenter id ipsum ostendit Newtonus propof. xli. 1. 2. quæ est hujusmodi; *Pressio non propagatur per fluidum secundum lineas rectas, nisi ubi particula fluidi in directum jacent.* 2. Lucem ejusdem esse naturæ ac lucidum corpus ex eo liquet, quod per specula ustoria, & lentes vitreas collecta & densata, eosdem effectus prodat, qui ab ignito & lucido corpore fiunt: quod evenire intelligimus, supponendo lucem in exiguisimis, & dispersis ipsius lucidi corporis particulis consistere. 3. Lucida quæque & ignita corpora, ut flamma & ignis, dum lucent & urunt, tandem dissipari, & consumi experienciæ constat: cum ergo lucent & urunt, exiguarum particularum effluvia ex se emittant necesse est; quæ cum oculis nostris subeunt, lucis sensationem creant.

At id in hac sententia explicatum haud facile est, qui scilicet Sol immixtus, immo consumtus haud hæcenus sit, postquam a tot annorum mil-

& exiguos effectus, quos edit in corpora, quæ illustrat, attentovolvamus animo, aliud colligimus argumentum, quo particularum lucentium summam subtilitatem demonstramus. Cum enim Sol a Terra 24000. semidiametris terrestribus absit; semidiameter vero Terræ secundum mensuram Geometrarum recentiorum (*a*) sit pedum 19615782, erit distantia Solis a Terra 470778768000 pedum, hi a luce percurruntur intra 8' 13", adeoque minuti secundi tem-

pore pedes  $980809933 \frac{1}{3}$  percurruntur. Globus ex tormen-

to bellico summa vi explosus minuto secundo pedes 600. absolvit, quomobrem lucis velocitas ad eam globi tormentarii erit, veluti 1634683 ad 1 proxime. Habeat ille globus gravitatem decem librarum, ejus pondus, quod est 76800. granorum, multiplicatum in quadratum suæ velocitatis, dat vires, ut 76800: veluti pondus particulæ lucis ductum in quadratum suæ velocitatis, suas vires exhibet: Est quadratum hujus velocitatis 2672188510489. adeoque si particula lucis haberet id ponderis, quod esset gra-

ni

(a) *Suite de l'Hist. de l'Acad. An. 1719. p. 2. Ch. v.*

millibus perennis continensque effluvi-  
viorum a suo corpore quaquaversus  
per ingentia spatia facta est emanatio.  
Sed ad hanc difficultatem vel  
tollendam, vel saltem mitigandam  
sequentia spectare juvat. 1. Solem  
ejusmodi fortasse esse lucis perennem  
fontem, ut effusa ex eo lux circula-  
tione quadam ex vasto mundo in  
ipsum iterum redeat, veluti igneum  
quoddam mare, e quo flumina lucis  
orientur omnia, in idem denuo re-  
ditura. 2. Summam esse, ingentem-  
que Solis densitatem, & magnitudi-  
nem; tum ab eo profecturam lucis  
particularum incredibilem & admi-  
raculum usque esse exiguitatem: inde  
enim fit ut exigua Solis particula in  
lucem soluta, immensa prope spatia  
implere valeat; atque adeo solaris  
corporis defectus ex lucis emanatione  
nondum evaserit sensibilis: fac  
quippe ad unius pedis, vel etiam  
integri milliaris, imo plurium, pro-  
funditatem absutum esse Solem,  
ea tamen jactura ad Solis immensam  
magnitudinem nullam sensibilem ha-  
beret proportionem, multoque mi-

nus ex tam ingenti intervallo foret  
observabilis. 3. Effluviurum Solarium  
compensationem aliquam fortasse dari,  
seu Soli alimenta identidem accedere  
ex caudis Cometarum prope Solem  
transientium: qua de re audi Newtonum  
ad easdem prop. 42. lib. 3. *Princip. Math.*: Cometa  
qui anno 1680. apparuit, minus dis-  
tabat a Sole in Perihelio suo, quam  
parte sexta diametri Solis, & propter  
summam velocitatem in vicinia illa,  
& densitatem aliquam Atmosphære  
Solis, resistensiam nonnullam sentire  
debuit, & aliquantulum retardari,  
& propius ad Solem accedere: & sin-  
gulis revulsionibus accedendo ad So-  
lem, incidit is tandem in corpus So-  
lis. Sed & in Aphelio, ubi tardissima  
movetur, aliquando per attra-  
ctionem aliorum Cometarum retarda-  
ri potest, & subinde in Solem inci-  
dere. Sic etiam stellæ fixæ, quæ pau-  
latim exspirant in lucem & vapores,  
Cometis in ipsas incidentibus resciri  
possunt, & novo alimento assensæ  
pro stellis novis haberi.

ni pars  $\frac{1}{3.791121}$  proxime, haberet easdem vires, ac globus tormentarius modo memoratus 15 10(1). Hic autem in corpora, quibus occurrit, vehementer operatur, omnia destruendo; adeoque si particula lucis, memorata pars grani foret, idem præstaret; cum autem lux Solis tenerrima florum petala illuminans, ea non destruat, immo leviter modo succos in iis moveat, oportebit, ut subtilitas particularum ejus sit ingens, & fere infinite minor, quam pars grani assignata. Forsitan ideo radius integer a Sole ad Terram usque protensus, suo pondere nondum grano æqualis erit. Quamobrem lux a Sole emissæ per universum Planetarum Systema, præ subtilitate admodum rara, luci aliorum corporum lucentium non oberit.

§. 853. Lucis radius integer e corpore lucente emissus, ex luce successive mota de spatio in spatium, & simul ex alia luce contemporanea constat: nam lucis radius integer instar fasciculi est ex aliis radiolis compositi, quorum singuli suo colore immutabili gaudent, qui omnes conjuncti simul in radio feruntur.

§. 854. Est lux materia fluidissima, idcirco reliquorum Fluidorum instar, ex particulis vix secum cohærentibus constat, illapsaque in opacum reflectens, sub quocunque angulo poterit reperi, secundum Leges, quibus alia corpora, in obicem illapsa, reperiuntur.

§. 855. Cum per parvum foramen radii lucis plurimi, a diversis objectis reperi, transeant, & quilibet imaginem puncti objecti, a quo veniunt, una cum objecti coloribus supra album planum, eos excipiens, pingant, patet lucem in hoc foramine non permisceri, nec cum alia luce confundi; nec unam lucem motum aut directionem alterius lucis perturbare; unde radii se habent instar solidorum filorum perfectæ rigiditatis & immutabilitatis, ex porrectorum ab objecto, a quo veniunt, usque ad planum excipiens (2).

§. 856.

(1) Nam si quantitas lucis in facta hypothesi, per 34794121 lux velocitatis quadratum, nempe 1672188510489 duxeris, seu, quod idem est, eundem quadratum numerum per 34794121 divideris, eadem prodibit quantitas virium 76800, qua superior tormentarius globus præditus erat. Conferantur, quæ ad pag. 90. tom. 1. adn. 4. exposita sunt.

(2) Quidquid de lucis natura dicatur, id explicandum est, quomodo per subtilissimum foramen numeri lucis radii a variis partibus ve-

§. 856. Quæri in hac doctrina plurima possunt, quorum rationem non nisi conjectando huc usque assequimur, qualia sunt.

1. An Ignis & lux substantia, an tantum magnitudine partium, an directione motus a se differunt? forte nec substantia, nec partium magnitudine differunt, cum copiosa Lux collecta semper Ignis characteres habeat: Ignis autem non luceat, nisi ad oculum in rectis lineis determinetur. Cochlear argenteum aliquantum calefactum, in tenebris non lucet: ei Adamantes, CrySTALLIVE non lucentes, immittantur, extemplo lucere incipiunt, ignem receptum sub lucis forma expellentes: idem aquæ calidæ injecti præstant (a).

2. An corpora terrestria divisione aut attenuatione abire in lucem possunt? Sola attenuatio forte non sufficit, sed quoque requiritur eadem soliditas, figura, mobilitas, & magnitudo partium; quæ omnia si concurrere possint, tum ex non lucente fieri posset lucens: vix tamen id contingere videtur, si ad Ignis proprietates, & æquabilem distributionem ejus per spatia & corpora attendamus, atque simul perpendamus corpora non mutari in Ignem per §. 831. N. 18.

3. Quomodo Lux e corporibus lucentibus, uti e Sole, vel pruna emanat? An, quia partes solidæ horum corporum,

(a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1735.*

venientes in obscurum conclave penetrent, ibique rerum externarum imagines distincte expriment, quin invicem collidantur, perturbentur, unus alterius directionem, actionemque impediat? qui fieri potest ut in quacunque minima spatii particula rerum omnium circa eam positarum imagines integræ, imperturbatoque ordine formentur, itaut ibi constituto oculo omnium species distincte obversentur? In eorum sententia, quibus lux ab ipsis corporis lucidi effluxionibus non distinguitur, id ita declaratur. Lucem scil. compactam esse supponunt ex corpusculis ad miraculum minutissimis, globi forma donatis, vehementique motu agitatis, uti jam vidimus: ex

idem, aliis post alia positis longa

serie, fieri tenuissima fila; ex pluribus ejusmodi filiis instar funiculi contextis componi lucis radios. Cum vero horum radiorum plures ex diversis objectis prodeuntes in angustissimum foramen, seu in exiguum spatii partem eodem tempore concurrunt, plura eorum radiorum fila, seu plures globulorum series interumpuntur, & e suo cursu deturbantur, sed non omnes, ceteraque radiorum fila versus priorem directionem moveri pergunt, eaque objectorum, ex quibus regeruntur, imagines, representare apta sunt, quemadmodum pellucida corpora etsi multos radios intercipient ac reflectant, objectorum tamen imagines oculo ex altera parte constituto non occultant.



rum, remotæ a se, sua vi attrahente ad se nituntur, atque accedendo interceptam lucem ea velocitate expellunt, qua exire observatur? Difficultas in prærapida lucis celeritate latet: sed vis attrahens est potentia premens, lux obstaculum est, adeoque per §. 166., est  $P = OC$ , manente  $P$  eadem, & decrescente  $O$ , increfcit  $C$ , adeo ut si  $O$  fere evadat infinite parva quantitas,  $C$  requiratur fere infinite magna. Sed quomodo Lux exit ex flamma, in qua superior consideratio non videtur habere locum (1)?

4. An lux ex omni corpore lucente æquali velocitate emanat? id nulla observatione constat; forte discrimen velocitatis est magnum, quia lux e corporibus expellitur pro varia vi, qua illorum partes se trahunt. Nihilominus ex observationibus Bradleii sequitur, lucem e Sole & stellis fixis ad Terram æquali ferri celeritate.

5. An Lux reflexa a corpore opaco eandem velocitatem servat, quam qua Inciderat modo emissa ex corpore lucente? si angulus reflexionis sit æqualis angulo incidentiæ, erit eadem lucis celeritas. Observationes Bradleii evincere videntur, lucem e Sole ad nos directe emissam, tum a circumjovialibus replicatam, semper eadem celeritate procurrisse.

6. An non ea corpora facillime lucent, quæ partibus Oleosis & Sulphureis abundant, simulac frictione, percussione, putrefactione, motu vitali, aliave causa incipiunt moveri? Ob quam rationem mare ventis agitatum lucet; vel dorsum felis, collum equi, contra pilorum situm & ordinem tritum? Lignum, caro, piscis putrescens? Oculi animalium & muscæ volantes? tum cur globus vitreus, velociter circumactus, & manu tritus, purpuream manui adhaerentem lucem spargit?

## CAP.

(1) Sed ut Auctoris ratiocinium vim habeat, ponendum est inter solidas lucentium corporum partes a se remotas unicam tantum mediare, eamque infinitæ pene exiguitatis, lucis particulam; quæ tamen suppositio quam sit abnormis nemo non videt. Præterea posito obstaculo  $O$ , seu lucis particula infinite exigua, vel summæ parvitatæ, non videtur qui eadem ad mutuum partium solidarum accessum tanta cum vi ex-

PELLI DEBEAT; nam ea particula vel extra contactum est, & tunc nulla videtur ejus emanationis causa; vel in ipso contactu mediat, & tum ibidem compressa potius remaneret. Alii circularem Solis motum pro lucis emanationis Causa commentum sunt; sed nec inde immensam lucis velocitatem potuerunt explicare, nec lucis emanationem in aliis lucentibus corporibus, in quibus is circularis motus non datur.

*De Luce refracta.*

§. 857. **C**UM lux e corporibus lucentibus egressa, sive per spatium inane, sive per corpus quodcunque, Firmum vel Fluidum transit, dicitur transire per *Medium*: ita enim appellatur, quicquid luci transitum concedit.

§. 858. Si Medium sit homogeneous, atque ubivis ejusdem densitatis, simulac lux in illud penetraverit, pergit in via rectissima, a primo ingressus puncto usque ad exitum suum, quacunque directione inceserit, quantum ex observationibus huc usque captis colligere licet.

§. 859. Si lux ex uno Medio transeat in alterum, quod ipsam vi majori attractrice trahat, lucis velocitas augebitur: agit enim Medium vi attrahente in singulas lucis particulas directione ad se; adeoque lux ad hoc Medium partem suam velocitate, partim illa fertur, quam a vi attrahente acquirit; increfcet igitur lucis velocitas.

§. 860. Si radius lucis directione perpendiculari ex uno in alterum Medium, magis attrahens, feratur, in eadem recta producta transibit.

Sit enim Medium X (*Tab. 1. Fig. 2.*), ex quo radius RF in Medium magis attrahens Z fertur, cujus superficies est AB: ex hac vis attrahens exeat, exporrecta usque ad CD, quæ agit in rectis ad hanc superficiem perpendicularibus, erit spatium attractionis CDAB, adeoque radius RF perveniens ad O, tum motu suo feretur, tum vi attrahente, quæ agit in eadem directione OE, ideo radius in via priori ROE incedere perget, etiam si accelerato motu actus.

§. 861. Si vero idem radius lucis ex Medio X (*Tab. 1. Fig. 3.*) ad alterum Z directione ROK obliqua ad superficiem AB feratur; a via priori aberrabit, aliamque OF ingrediatur, quæ aberratio appellatur *Refraçtio* (1).

Si-

(1) Quo igitur refraçtio detur, duo requiruntur. 1. ut media inter se densitate differant. 2. ut radius cum superficie media dirimente obliquum angulum efficiat. Reapse his positis conditionibus refraçtio-

nem dari plura experimenta docent. Si in capsula lignea normali (*Vid. fig. 1. Tab. Addis.*) BCF solares radii AB, *a b* per unum idemque medium, puta solum aerem transcant, recta ad D, d, progredien-

Simulac enim radius pervenit ad O, motu duplici fertur, OK proprio, & OS a vi attrahente; quare in via OF, diagonali parallelogrammi OKSF feretur per §. 357.

§. 862. Quoniam OF magis ad perpendicularem OS in superficie Medii AB, quam OK, accedit, fit *Refractio ad perpendiculum*, quotiescunque lux oblique incidit in superficiem Medii plus trahentis, quam e quo venit.

§. 863. Si radius lucis RO (Tab. 1. Fig. 4.) ex medio magis attrahente oblique in superficiem AB minus attrahentis Medii Z inciderit, *refringitur recedendo a perpendiculo*.

Si enim terminus Medii X magis attrahentis sit CD, operantisque versus AB, radius RO exiturus ex Medio X, non potest viam ROK servare; agitur enim magis a vi attrahente Medii X, quam a Z, & quidem directione MO; qua si quantitate KL moveatur, cum interim fertur ab O in K, duplici actus motu tendet ab O ad L. Hac via, eundem, magis a perpendiculo OM, quam OK recedit.

Tom. II.

B

§. 864.

dientur, umbram erectæ tabulæ CB terminantes in D & d. Tum posito intra capsulam cubo vitreo ejusdem cum ipsa altitudinis, iidem radii A B, a b eodem modo illapsi per novum hoc & crassius medium non amplius recta incident, sed in ipso ingressu B, b fracti ad E & e diriguntur; erectæ tabulæ umbram multum abbreviantes. Cumque ita refracti radii BE, be ad perpendicularares BC, be inclinentur & accedant, ad *perpendiculum refrangi* idcirco dicuntur; idque plerumque contingere solet, cum ex rariori in densius medium lux transit. Ex adverso si discus paulo profundus nummum in fundo jacentem habeat, removeaturque a disco oculus, donec vasis labra nummum eidem oculo subducant; effusa porro aqua in discum, nummus ex eo loco videbitur, ubi prius videri haud poterat. Argumento id esse debet, quod lucis radii ab aqua in aerem egredientes, in puncto dirimentis superficie rumpantur, & a perpendiculari linea, quæ ad idem superficie punctum ducitur, recedentes, intuentis oculos tum sub-

eant, quos ante refractionem ob disci labra subire nequibant. Vocatur ejusmodi refractio a *perpendiculo*, acciditque plerumque cum ex densiori in rariius medium lux egreditur.

Id vero in lucis refractione adnotatum maxime dignum est, quod scilicet diversa a ceteris corporibus ratione fiat. Experientia quippe, nec ipsa refragante ratione, constat, plumbeam e. g. pilam ex aere in aquam, seu ex rariori in densius medium transeuntem, variata directione in ipso puncto incidentiæ dirimentis superficie, a perpendiculari ex eodem puncto excitata recedere; contra ad eandem perpendicularitatem accedere, si ex aqua in aerem, seu ex densiori in rariius medium transierit. Ceterum ejusmodi lucis proprietatem haud recens detectam putandum est, cum apud Veteres ejusdem vestigia occurrant: extat siquidem inter Aristotelis problemata illud in quo de remorum sub aquis visorum curvitate agitur; tum Archimeden librum scripsisse constat de annulo sub aquis viso: utrumque ad lucis refractionem pertinet.

§. 864. Quoniam vis attrahens, quæ ex corporibus exit, est maxima in eorum superficie, decrescitque, quo plus ab illa recessit, per §. 498.: antequam lucis radius ex rariori Medium densius, vel cum ex densiori ingreditur Medium rarius, in linea curva exigua feretur: deinde actus, quantum potest a vi attrahente, rectam viam servabit.

Sit enim radius  $Rr$ , qui ex medio minus attrahente, ad magis attrahens oblique ad superficiem  $GG$  feratur, terminus attractionis sit  $MM$ , (*Tab. 1. Fig. 5.*) atque agat attractio in rectis ad superficiem  $GG$  perpendicularibus: Radius proinde  $RA$  illapsus in vim attrahentem, a via  $Rr$  in aliam  $Aa$  detorquebitur, verum perveniens ad  $b$ , propius a superficie  $GG$ , magis attractus, ingreditur viam  $bb$ ; inde delatus ad  $c$  plus iterum attrahitur, fereturque in recta  $cc$ ; cumque omnes hæ rectæ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , sint admodum breves, curvam component. Quia vis attrahens ad exiguam distantiam a superficie  $GG$  exporrigitur, erit hæc curva admodum brevis; simulac enim radius superficiem  $GG$  ingreditur, non amplius a via detorquebitur, utpote actus jam, quantum potest, a vi attrahente, quæ per totum Medium æqualiter diffusa est. Simili modo radius exiens e medio magis attrahente in alterum, quod minus attrahit, movetur in curva, quæ situm priori contrarium servat, ut patet in *fig. 6.*, in qua  $GG$  (*Tab. 1. Fig. 6.*) superficies Medii magis attrahentis,  $MM$  limes attractionis ejus, radiusque  $Ra$ , attractus continuo versus  $GG$  in curva  $abcd$  fertur, tandemque pergit in recta  $dd$ . Si hoc medium inter  $GG$  &  $MM$  sit vacuum, radius a vi tota attrahente corporis  $GG$ , versus  $GG$  incedet. Si vero detur Medium post  $GG$ , aliquantum, licet minus quam  $GG$ , attrahens, imminuetur vis attrahens medii  $GG$ , quia ambæ vires directionibus sibi oppositis agunt; quare  $GG$  modo in radios excessu suarum virium agit, qui quo minor est, eo minor etiam refractionis erit.

§. 865. Radios ad magis attrahens medium delatos inflecti, antequam superficiem attingant, probavimus in §. 498. cum lux Solis inter acies cultrorum transit, quippe tum a via recta nonnihil detorquetur; atque eo magis, quo acies ad se propius accesserint.

2. Radios ex Medio densiori ingressuros rarius inflecti, probatur: quia cum vitrum planum, aut longioris tubi lentem, in aere positam, oblique inspicimus, duplex ob-  
jecto.

jectorum sublimium, & ante nos positorum imago videtur, quarum altera evanescit, simulac aqua vel oleum inferiori vitri superficiem attigerit: Nam radius  $Ra$  (Tab. 1. Fig. 7.) ex vitro GG aerem ingressurus, vi magna attrahente vitri detorqueatur ex via sua  $aa$  in curvam  $abcdefghik$ , rediensque in vitrum, & transeundo directione  $kK$ , alteram objecti imaginem repræsentet: simulac vero Aqua vel oleum inferiori superficiem vitri GG illinitur, deorsum ab his trahitur radius  $Ra$ : vitri igitur vtriusque imminuta non redit inflexus radius, sed potius in recta  $aa$ , vel  $bb$  incedit, quo altera imago objecti evanescit.

§. 866. Ex quibus manifesto sequitur, refractionem lucis a viribus attrahentibus Mediorum pendere: quæ vires sunt plerumque in proportionem densitatum (1), exceptis nonnullis corporibus oleosis & inflammabilibus, quæ in maiori ratione trahunt, quemadmodum Newtonus (2), Hauksbejus (b), & Helshamus (c), plurimis experimentis evicerunt: Oleum enim Cerae levissimum habet pondus respectu Butyri Antimonii, scilicet uti 662 ad 1976, cum ratio refractionis in utroque sit veluti 6685 ad 5941, hoc est circiter veluti 1, 16 ad 1; adeoque non est refractionis semper in ratione ponderis.

§. 867. Inventa vera refractionis causa, aliorum Philo.

B 2

so-

(a) *Optices lib. 2. part. 3. prop. x.*

(b) *Phys. Mech. app. §. x.* (c) *Lectures pag. 192.*

(1) Atque hinc oriuntur notissimæ refractionis leges, quod scilicet lux ex rariori in densius medium transiens a semita sua recedat, seu refrangatur, ad perpendicularem lineam accedendo; ex densiori vero in rarius medium exeundo; refrangatur a perpendiculo recedendo. Quod scilicet in priori casu densius medium (Tab. 1. Fig. 3.) Z utpote majori vi attrahente præditum, quam X, radium BO perpendiculariter ad se trahat, per lineam scilicet OS; idem vero radius BO cum per OK dirigatur, medius transeat necesse est inter OS & OK, atque ita ad perpendicularem OS accedat. In posteriori vero casu, cum minor sit vis attrahens (Tab. 1. Fig. 4.) rarioris medii Z, major densioris X, etsi ex densiore X radius egrediatur, ad illud tamen vi KL urgetur, atque ita per OL incedet a perpendiculari OM. receden-

do. At cum non semper attractionis vis densitatum rationem sectetur, sed minus quandoque densa, præsertim si oleosa, & inflammabilia sint, majori attrahendi vi donantur, ut Auctori observatur; hinc relatæ refractionum leges pro universalibus haberi nequeunt.

Atque inde memoratum discrimen inter reliquorum corporum, & lucis refractionem liquet. Eorum quippe refractionis ex mediorum resistantia dependet; lucis vero, ex eorundem mediorum attractione. Quo itaque media densiora sunt, eo maiorem velocitatem corporibus, quæ per ipsa moventur, adimunt, ob maiorem, quam corpora in iis patiuntur, resistantiam; eadem contra media quo densiora sunt, eo maiorem velocitatem lucis radiis conciliant, ob maiorem, quæ donantur, attractionis vim.

sophorum opiniones facile excutiuntur, quæ nequaquam experimentis respondent. Ingeniose observaverat Cartesius, radii viam RO, resolvendam in RC, parallelam ad AB, & in CO, perpendicularem ad eandem; deinde finxit, lucem facilius per medium densius, quam per rarius transire, utpote in motu minus turbendam a medio, cujus partes minus mobiles sunt (1). Si igitur lux ex Aere X in

(1) Ut id clarius explicet D. Carre, liberum aerem, ponit intestino semper motu cieri, ejusque partes quoquaversus agitari, eaque agitatione lucis radios turbari, rumpi, ac debilitari; corpora vero pellucida quo densiora sunt, eo artiores habere porulos, minoremque aeris seu ætheris quantitatem intercipere; quæ proinde corpora lento motu agitata, faciliorem aditum luminis præbent. Verum hanc Cartesii doctrinam acriter infestatus est Fermatius, quod a recta ratione omnino abhorrens ei videretur faciliorem luminis præsertim corporeo transitum esse in densioribus, quam rarioribus mediis; hinc contra Renatum posuit lucem velocius per rariora, quam per densiora progredi; ex eoque principio easdem ac Cartesius refractionis lucis leges derivavit.

Verum quid hac de re sentiendum sit, haud difficulter ex ipsa experientia elici poterit. Hac quippe constat lucis radium RO dum oblique in puncto O dirimentis superficiei AB incidit, per ON inclinari, a perpendiculari OK recedendo, si medium X densius sit medio Z; contra si X rarius fuerit Z, per OS incedere ad eandem perpendicularem OK accedendo; adeo ut in priori casu angulus NOK major sit angulo TOK, seu ad verticem opposito ROC, in secundo vero angulus SOK eodem TOK, seu ROC minor. Distinguat vero motus lucis obliquus RO in duos RH, RC, quorum alter ad superficiem AB sit perpendi-

cularis, alter eidem parallelus: tum patet lucis motui RC nihil resistere medii superficiem, utpote ei parallelam. Sumta igitur alia ex parte recta OI ipsi RC æquali, radius post refractionem ea progreditur velocitate, qua eodem tempore, quo ante refractionem pervenit ab R ad O, spatium OI emetiri valeat. Sit medium Z rarius quam X, & ON sit via radii refracti a perpendiculo OK recedentis, cui occurrat in N perpendiculus ex I ducta; eo elapso tempore lucis particula reperietur in N. Sunt itaque RO, ON spatia a luce ante & post refractionem æqualibus temporibus emensa, atque adeo ut velocitates ante & post refractionem. Sed est ON minor OT, seu RO: ergo motus lucis refractæ in rariori medio Z lentior quam in densiori X. Quod si medium Z altero X densius fuerit, semitaque refracti radii ad perpendiculum accedentis fuerit OS, cui ex I perpendiculus occurrat IS, erunt RO, OS spatia ante & post refractionem descripta, atque adeo ut velocitates; & ob rectam OS ipsa OT, seu OR majorem, erit etiam motus lucis refractæ in densiori medio Z incitatiores quam in rariori X.

Immerito itaque a Fermatio reprehensus est Renatus, quod lucem in densiori medio velocius incedere posuerit, cum reapse id facto ipso constet: at veram ejus velocioris cursus rationem abs majori densioris medii attractione pendentem non intellexit Renatus, quam idcirco ex ipsa medii majori densitate, indeque orta, ut ipsi videbatur, minori resi-

in Aquam Z feratur, accelerabitur, ita ut pari tempore viam æqualem OC, non describat, sed aliquam majorem OD; ductaque tum  $DF=RC$ , movebitur in recta OF, accedendo ad perpendicularum CK. Verum quomodo radius celeritate CO delatus, accelerari poterit in medio Z? immo licet huic omnem resistantiam sustuleris, nulla acceleratio adhuc sequetur; ad eam enim causa, novum motum produciens, desideratur. 2. Præterea æquis mente concipere valet, lucem per densiora media, immo per firma corpora transeuntem, minorem offendere resistantiam, minusque retardari, quam per rariora media, fluidaque pertranantem? uti tamen opinabatur Cartesius. 3. Sed cum hic Philosophus corporum firmitatem in quiete positam adseruit, an Vitri, an Electri partes quiete different? cum viribus lucem refringentibus variis instruantur; est enim vis Electri ad eam in vitro, veluti 13654 ad 5436. 4. Sed dantur Fluida, quæ Lucem plus quam firma refringunt, dantur Fluida quæ minus refringunt; in hisce casibus Cartesii sententia locum habere nequit.

§. 868. Dechales(a) radium DCAB (Tab. I. Fig. 9.) ex radiolis, aliquantum coherentibus, compositum considerans, refractionem ad perpendicularum fieri notat, cum ex medio rariori in densius, vel magis resistens EB, radius ingreditur, quia pars ejus B citius resistantiam experitur, quam A; igitur B moveri tantum potest quantitate FB, cum A

B 3

minus

(a) *Dioptrica Lib. I.*

resistentia, perperam mutuatus est. Id vero hic adnotatu maxime dignum occurrit, quod Cartesius lucis motum retardari, & accelerari posuerit, lucem tamen ipsam in instanti ad longinqua intervalla diffundi voluerit; quasi vid. hac duo non secum invicem pugnant.

At mirum est Cl. Fermatium, etsi contra Cartesium lucis progressum tardiorē posuerit in densiori medio, celeriorē in rariori, ad easdem omnimodinus refractionis leges devenisse, quas Cartesius ex contrario principio derivaverat. Verum sciendum est aliam Fermatio assumptam fuisse hypothesin pro laudatis refractionis legibus deducendis, lucem scil. in refractione minimo temporis intervallo de loco ad locum transire,

etsi brevissima via non incedat. Probatur id deinceps est Leibnitio, Hugenio, Hospitalio, Wolfio; verum Cl. Petrus Martini doctissima hac de re edita dissertatione idipsum a veritate abluere ait; institutoque calculo ostendit minimum, quod in refractione occurrit, a spatio & velocitate simul esse desumendum; quatenus si ponatur *a* designare velocitatem ante incidentiam, *b* velocitatem post refractionem, *x* spatium a lumine emensum ante refractionem, *y* spatium post refractionem, sit  $a \times t + b \times y$  omnium similium factorum minimum. Ex duplici vero assumpta Fermatio hypothesi, utraque falsa, quarum altera alteri medietur, factum esse putat, quod in receptas refractionis leges Fermatius devenerit.

minus retardata eodem tempore moveatur majori quantitate AG: inflectetur proin radius ad perpendicularum GI (1), adeo ut, cum angulus incidentiæ sit CBH, refractionis sit KGI. Verum huic sententiæ obstat, quod lux magis ab Aqua refringatur, quam a Vitro, Cryſtallo, Sale Gemmæ, & adhuc multo magis a Spiritu vini rectificato, quam ab Aqua, cui nemo majorem resistantiam, quam Vitro solido facile adscribet: at excusandus hic eximius Geometra, quia ingenue fatetur, sibi in sua sententia hærare Aquam, nec se sibi satisfecisse. Eandem cum Dechales sententiam fovit Barrovius in Lect. Opticis, nisi Dechales hunc fuerit secutus.

§. 869. Alii Philosophi diversas iniverunt vias, ut Refractionem explicarent. Qui autem ad resistantiam diversam attenderunt, sive eam in Fluidis majorem quam in Solidis, sive contrariam statuerunt, nunquam experimenta Newtoniana ex hujusmodi principiis exponere potuerunt. Nec feliciores fuerunt, qui ex principio quodam Mechanico rem exponere aggressi sunt. Nam refractionis vi attrahente Medii pendet, quæ Mechanica non est, & singularis in quolibet corpore, non semper sequens proportionem massæ corporeæ.

§. 870. Quia radius lucis delatus ad aliud Medium refringens curvam brevissimam describit, facilitatis ergo in sequentibus, eum in linea recta ferri usque ad Medii refringentis superficiem ponere licet. Sit igitur Medium X (Tab. 1. Fig. 8.) rarius, Z densius, hujus superficies AB, in quam radius RO oblique incidat, ductaque perpendiculari COK in superficiem AB, appellabitur RO *Radius incidens*, atque ROG *Angulus incidentiæ*; & perpendicularis RC in OC *Sinus anguli incidentiæ*: tum *Radius*

(1) Ex ea scil. punctorum B & A motuum inæqualitate, aliqua radii ABCD oritur rotatio, puncti quidem A per arcum majorem AG, puncti vero B per minorem arcum BF, itaut recta AB situm acquirat GF. Ingresso vero puncto A in idem medium, ea motuum inæqualitas tollitur, atque adeo pergit utrumque punctum A & B in incepto semel itinere, quo ad perpendicularem deflexerunt. Quod si contra radius KGBL ex densiori in ra-

rius medium transeat, contraria tum refrangetur ratione; nam cum punctum G primum emergat ex crassiori medio in subtilius, minori difficultate incedet, dum interim punctum B crassiori adhuc medio immersum plus resistantiæ reperit: Ex qua motuum inæqualitate iterum rotatio consequitur, sed in partem a perpendiculari averſam, donec punctum G in A delatum, eadem velocitate cum puncto B deinceps incedat.



*dius. Refractus* erit OF, *Angulus Refractionis* DOF: & *Sinus anguli Refractionis* erit perpendicularis DF.

§. 871. Quacunque inclinatione radius incidat in superficiem alterius Medii refringentem, inter Sinus angulorum incidentiæ & refractionis manet constans & immutabilis ratio.

Si enim RO celeritatem radii incidentis designet; hæc constans erit: resolvi autem potest in RC & CO, per §. 457. Quatenus radius motu RC, parallelo ad AB fertur, non acceleratur, sed tantum motu CO: acceleretur quantitate DK, capta  $OI = OH = RC$ , demittatur perpendicularis IS, & in OK perpendicularis KS: tum ducta OS celeritatem radii refracti indicabit, quæ constans etiam erit: erectaque DF, erit OS ad FO = RO :: SK = OI = RC, qui est sinus anguli incidentiæ, ad CF, sinum anguli refractionis: adeoque propter constantes RO, OS, etiam ratio DF ad KS constans erit.

§. 872. Sunt hi sinus in ratione reciproca celeritatum in hisce Mediis ( 1 ).

§. 873. Constantem refractionis rationem dari invenit Snellius, usus tamen Complementorum secantibus, loco Sinuum. Ducatur perpendicularis BL ( *Tab. 1. Fig. 8.* ) ad extremum Diametri AB, protrahatur RO, usque ad Tangentem in E, ut & OS usque ad L. Est OE Secans anguli BOE = ROH, & OI Secans anguli BOL; ductaque FP perpendiculari ad AB, erit OE, OB :: OR, OH; & quoque OL, OB :: OF, OP: ergo  $OE \times OH = OB \times OR$ ; &  $OI \times OP = OB \times OF$ ; ideoque  $OL \times OP = OE \times OH$ : quare erit OL, OE :: OH, OP; adeoque est Secans Com-

B 4

ple.

( 1 ) Est enim OS velocitas in medio Z post refractionem; OF = R O est velocitas ante refractionem in medio X. Sed est KS seu RC sinus anguli incidentiæ, ad DF sinum anguli refractionis, ut OS, seu velocitas post refractionem in medio Z, ad OF seu RO velocitatem ante refractionem in medio X. Ergo patet propositum. Falsus itaque est Christianus Wolfius, cum *Elem. Math. Univ. tom. 3. pag. 177. edit. Genev.* tradit in refractione esse sinum anguli incidentiæ ad sinum anguli

refracti in constante ratione, ea scilicet quæ est celeritatis luminis ante refractionem ad celeritatem ejusdem post refractionem; ex demonstratis enim liquet eorundem angulorum sinus non directam, sed reciprocam prædictarum celeritatum rationem servare. Inde vero Cl. Viri error originem traxit, quod constantem eorum sinuum rationem deduxerit ex hypothese, quod brevissimum sit tempus, quo in refractione de loco in locum pervenit radius; quod falsum esse jam monuimus.

plementi refractionis ad Secantem Complementi incidentiæ, ut Sinus incidentiæ, ad Sinum refractionis.

§. 874. Cartesius inventione Snellii usus, primus adhibuit Sinus, atque ita huic doctrinæ non parum lucis & commodi affudit. Veteres pro varia radii incidentis inclinatione, angulum Refractionis differre observaverunt, quamobrem Tabulas refractionum magno labore construebant, pro variis radiorum incidentium inclinationibus, quibus carere nunc possumus.

§. 875. Confirmaverunt quoque constantem rationem Sinuum D. Cassinus (a), & J. Newtonus (b), variis experimentis. Neque refert si Lux e medio rariori incidit in densius, aut contra.

§. 876. Demonstratum est in Trigonometria plana, in omni Triangulo rectilineo ABC, (Tab. 3. Fig. 3.) Sinus angulorum esse proportionales lateribus, quæ iisdem angulis opponuntur: Si autem in duobus Triangulis ABC, CBE, anguli BAC, BCE sint parvi, quorum sinus est eadem linea BE, erunt anguli in ratione inversa laterum suorum. Nam est angulus BAC ad BCE, ut Sinus anguli BAC, ad Sinum anguli BCE (1), hoc est, ut BC ad BA, five ut EC ad EA (2).

§. 877. Lux e Sole A (Tab. 1. Fig. 10.) emissâ, transit primo per Spatia cælestia, siue per Medium vacuum, tendendo ad Terram, dein oblique in Terræ Atmosphæram B, siue in Medium densius incidens, refringitur ad perpendicularum: cum vero Aeris densitas, quo Terræ propior est, perpetuo increseat, increscet etiam lucis refractionis in locis C, D, E, F, in quibus major densitas perpetuo existit;

(a) *Epist. 2. Astronom. de Solis refractione.* (b) *Lect. Opt.*

(1) Anguli enim admodum exigui sinuum suorum rationem sequuntur. Sint quippe duo anguli (Vid. fig. 2. Tab. Addit.) DAB, CAB; descripto circulo BDO, ii erunt ut arcus intercepti DB, CB: at iisdem diminutis angulis, arcus DB, CB eadem ratione minuuntur, donec tandem cum recta linea eorum subtenfa confunduntur: tum vero ductis normalibus DF, CE, qui eorum angulorum sunt sinus, duo triangula DFB, CEB pro rectilineis simili-

bus haberi poterunt; atque adeo erit DF ad CE, ut arcus DB ad arcum CB, seu ut angulus DAB, ad angulum CAB.

(2) Exiguus enim admodum angulus (Fig. 3. Tab. 3.) BAC, DCE, duo reliqui ABE, AEB, itemque duo CBE, CEB pro æqualibus haberi poterunt; atque adeo per 3. l. 1. Elem., erunt duo latera BA, AE æqualia, itemque æqualia duo BC, CE; adeoque BC: BA :: EC: EA.

existit; quomobrem dum lux per Atmosphæræ varias densitates transit, describet curvam BCDEF; & quoniam in eadem altitudine a Terra, Aeris densitas singulis diebus mutatur, tum quoque Aer exhalationibus & vaporibus, vario modo lucem refringentibus, plus minus perpetuo accumulatur, inconstans erit lucis per Atmosphæram via, quæ nec Cyclois, nec Epicyclois erit secundum de la Hirium (a), veluti probavit Hermannus (b), & quam idcirco alio modo determinare conatus fuit Taylorus (c). Differre vero Atmosphæræ refractionem continuo, animadvertit Nedletonus (d), qui cælo nubiloso humidoque collis altitudinem dimensus, angulum majorem vidit, quam tempore sicco & sereno (1). Sed & collium apices ex eodem loco inspecti, altiores sub Aurora & Vespera, quam Meridie cælo sereno apparent. Et Hyeme altiores quoque, quam Æstate observantur. Aerem revera lucem per se transeuntem refringere, experimentis variis probaverunt Lowthorpius (e), tum postea Hallejus & Hauksbejus (f), ac in Gallia Delislius (g), quamvis dubium superesse nullum sinerent observationes Astronomicæ, altius, quam par erat, supra horizontem sydera ostendentes, tum Solis Lunæve apparitio supra horizontem, cum jam occiderint; ut & crepuscula matutina ac vespertina. Ex hac refractione lucis sequitur, nos nunquam sydera in suo vero loco conspiciere, sed altiora, adeo ut videatur A in L; nisi cum culminant.

§. 878. Si radius lucis ex Aere oblique in Aquam incidat, refringitur ad perpendicularum: in qua refractione sinus anguli incidentiæ est ad eum refractionis, uti 9434 ad 7071, sive ut 4, 002 ad 3, proxime uti 4 ad 3, tradente

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1702.* (b) *Ast. Lips. A. 1706.*

(c) *Meth. Fluxionum inversa. Prop. 28. Prob. 22.*

(d) *Phil. Trans. N. 388.* (e) *Phil. Trans. N. 157.*

(f) *Phys. Mechan. Exper. p. 175.* (g) *L'Hist. de l'Ac. Roy. A. 1719.*

(1) Ex Opticæ principiis objectum in ea recta ab oculo refertur, quæ in directum jacet alteri oculum ultimo percellenti. Quomobrem si (Fig. 10. Tab. 1.) A sit collis alicujus vertex, & per eum transiens radius A B post varias refractiones tandem oculum subeat secundum rectam EF, in hac eadem producta,

veluti in L referetur ab oculo objectum, seu in situ altiori, quam reapse sit. Quod si itaque ad aliud punctum X oculus referatur, erit angulus L F X eo major, quo magis radius A B refrangitur; tum collium apices eo altiores conspicientur, quo item majores sunt radiorum refractiones.

dente Newtono (a); obtinet hæc proportio inter radios e Sole emissos, allapsosque in Aquam, qui refracti viridem colorem exhibent. Inter radios per Aerem delatos, & a vitro refractos, datur ratio sinuum uti 8097 ad 5240, proxime uti 17 ad 11 (b): aliorum autem coloratorum radiorum diversa est refrangibilitas, rubri enim minime refringuntur, violacei radii maxime; adeo ut horum incidentium & refractorum sinus sint ad se invicem, uti 80481, & 81656, ad 524000. Varias accuratissimasque methodos refractionem lucis per varia media mensurandi præstantissimus Philosophus in Lectionibus Opticis tradidit, quæ consulendæ sunt.

§. 879. Interim notandum, lucem, in medium aliquod corporeum incidentem, non illibatam totamque transire, sed aliquam ejus copiam a viribus Medii repellentibus reverberari: adeo ut post Medium semper infracta lucis claritas observetur: Aera multum lucis repercutere patet, qui lateraliter inspectus Solis radius, videri potest: plus lucis intercipit vas plenum Aquæ, Spiritus, olei, aut ipsum vitrum. Quale lucis transeuntis per vitrum, Aquam marinam &c. decrementum sit, ingeniosis experimentis determinare conatus fuit Cl. Bouguerius (c).

§. 880. Quoniam proinde Media corporea, quamvis tenuia, tantum lucis intercipiunt, fieri nequit, ut ea, quæ e Stellis fixis remotissimis ad Terram usque venit, per medium corporeum transierit, quippe in intermedia immani distantia, aut a particulis solidis medii, vel ab earum vi repellente, repercussa fuisset fatiscito omnis: cum tamen Stellæ fixæ admodum micare observentur, earum lux necessario per vacua cælestia spatia usque ad Atmosphæram transit.

## C A P. XXIX.

*De Luce illapsa in superficies Planas & Spharicas, Mediorum refringentium.*

§. 881. **Q**uoniam Lux ex corpore lucente S exiens, vel ab opaco puncto S (Tab. 1. Fig. 11) repercussa, fertur instar radiorum SA, SB, SC, SE, ex

cen-

(a) *Lect. Optic. Part. 1. sect. 3. §. 35.*

(b) *Newt. Lect. Opt. p. 1. sect. 2. §. 20.* (c) *Essay d'Opt. f. 1. §. 3.*

centro sphaeræ S emissorum, radii perpetuo a se recedent, formantes angulum; vocantur hi *Divergentes*, & quo majorem angulum formaverint, eo *magis Divergentes* dicuntur: ita SA, SE, plus quam SA, SB, divergunt. In genere vocantur *Divergentes*, quicumque magis a se recedunt, quamvis non ex puncto egrediantur.

§. 882. Punctum lucens S, vel opacum reflectens, appellatur *Punctum radians*.

§. 883. Qui radii a se distantes, propius continuo ad se mutuo accedunt, vel in puncto concurrunt, vocantur *Convergentes*: quales forent AS, CS, ES, ex A & G venientes.

§. 884. Punctum vel locus, in quo radii convergentes concurrunt, vocatur *Focus*.

§. 885. Punctum vel locus, in quo radii convergentes concurrissent, si in eodem medio pergere potuissent; aut punctum, e quo radii divergentes, recta producti, venissent, vocatur *Focus Imaginarius*.

§. 886. Si radii Lucis non multum divergentes AD, AC, AB ( *Tab. 1. Fig. 12.* ) in superficiem planam SD, Medii densioris Z, quam X, e quo veniunt, incidunt, refringuntur ad perpendicularum, delati in rectis BE, CG, HD, qui ducti retro, quasi ex foco imaginario O, remotiori a superficie SD proveniunt. Est distantia AD puncti radiantis A, ad OD, distantiam foci imaginarii a superficie SD; ut sinus anguli refractionis, ad sinum anguli incidentiæ.

Nam AD perpendiculariter lapsus in SD, ad H recta transit absque refractione: radius AC oblique incidit in SD, in quam ducatur perpendicularis Cp, erit GCp angulus refractionis, cui est æqualis COD. Sed per §. 876. est sinus anguli COD, ad sinum anguli CAD, veluti CA ad CO, hoc est, veluti DA ad DO (1). Sed est angulus CDA=angulo incidentiæ ACq; ergo est sinus anguli incidentiæ ad eum refractionis, uti OD ad AD.

§. 887. Si radii lucis non multum divergentes KM, KR, KT, ( *Tab. 1. Fig. 13.* ) in superficiem planam VS Medii rarioris, quam e quo veniunt, inciderint, refringuntur a perpendicularo KM, tenduntque ad MN, RP, TQ, qui retro ducti concurrunt in foco imaginario L, propiori superficiem VS, quam est punctum radians K: estque distan-

(1) Nam cum radii AD, AC parum divergentes sint, adeoque & CA, DA æquales, itemque æquales CO, DO; atque adeo CA:CO::DA:DO.

stantia KM ad LM, a superficie VS, ut sinus anguli refractionis, ad sinum anguli incidentiæ, uti eadem demonstratione, ac in §. 886. probatur.

Hæc demonstratio locum non habet in radiis multum divergentibus: hi quippe retroducti, pro foco imaginario parvam circumulum habent, qui eo major est, quo radii magis divergentes fuerint.

§. 888. Si radii convergentes EB, GC, HD (Tab. 1. Fig. 12.) ex medio densiori Z, in superficiem planam S D, medii rarioris X incident, refringuntur recedendo a perpendiculari, formaturi focum A propiorem superfici ei S D, quam focus imaginarius O, eritque distantia AD ad OD in eadem ratione, ac in §. 886. Evadunt igitur hi radii convergentes.

§. 889. Si vero radii convergentes NM, PR, QT (Tab. 1. Fig. 13.) ex medio rariori in densius planæ superfici ei SV inciderint, refracti ad perpendicularum, concurrent in foco, K remotiori a superficie, quam est focus imaginarius L, eruntque distantia KM, LM in ratione memorata in §. 886. Evadunt igitur hi radii minus convergentes.

§. 890. Si radii paralleli AB, CD in superficiem planam BD, medii alterius densitatis, sive majoris, sive minoris inciderint, post refractionem pergent incedere paralleli; in medio densiori ingredientur viam BE, DF, in medio rariori BG, DH: hi enim radii AB, DC æqualem refractionem patiuntur; adeoque angulus ZDF = ZBE, vel RBG = RDH; ergo sunt paralleli BE, DF; tum BG, DH.

§. 891. Sit superficies Medii densioris Z, (Tab. 1. Fig. 15.) sphærica convexa AB, in quam illabantur radii paralleli CA, BD, sibi propinqui, ex Medio rariori, qui refracti concurrant in foco G: erit GB distantia foci a superficie, ad FB radium sphære, ut sinus anguli incidentiæ, est ad sinum differentia inter angulum incidentiæ, & refractionis. Recta DB perpendiculariter incidat, hæc absque refractione per centrum F recta transibit. Ducta ex centro F recta FAE, erit angulus incidentiæ pro altero radio CA = CAE, cui est = AFB. Hic externus est æqualis Trianguli duobus internis angulis GAF, & FGA: sed GAF est angulus refractionis; ergo est angulus AGF differentia inter angulos GAF, & AFB. Est vero per §. 876. sinus anguli AFB ad sinum AGF, uti GA

# P H Y S I C Æ.

ad FA, sive GB. ad FB; adeoque GB est ad FB, ut sinus anguli incidentiæ, ad sinum anguli differentiæ inter angulos incidentiæ & refractionis.

§. 892. Radii DB, DA (*Tab. 1. Fig. 15.*) divergentes incidunt in eandem superficiem AB sphericam; quia ergo angulus incidentiæ DAE major est quam in §. 891. erit quoque angulus refractionis FAH major: quamobrem distantia H foci a superficie AB est etiam major. Ut vero punctum H inveniatur, finge radios parallelos a parte contraria Z venientes habere focum in Y: Radius FY describe arcum Yp, tum ad rectam Fp duc AH parallelam, erit H punctum quæsitum. Nam si punctum p sit radians, pF recta transit, pA vero incidit in punctum proximum, adeoque oportet, ut radius parallele moveatur ad pF: Sed pA venit quasi ex DA. Triangula DpF, DAH, sunt similia; ergo Dp, pF :: DA, AH; sive DY, YF :: DB, BH (1). Hinc alia exsurgit regula: quum sit DY, DY + YF :: DB, DB + BH; & permutando DY, DB :: DF, DH. Quo vero D punctum radians propius accesserit ad superficiem AB, eo angulus incidentiæ magis increscet; ergo & increscet angulus refractionis; qui si fiat æqualis AFB, erit radius refractus AL parallelus ad BH. Si punctum radians D propius accesserit ad AB, fiet angulus refractionis major angulo AFB; quamobrem divergentes manebunt radii post refractionem, quamvis minus divergentes, quam cum incidebant.

§. 893. Radii convergentes EA, DB (*Tab. 1. Fig. 15.*) illabi possunt in superficiem AB, directionibus tendentibus ad centrum F, hi illapsi perpendiculariter in A, & B, ad centrum F absque refractione transibunt.

§. 894. Si vero radii, qui incidunt, minus convergant, uti MA, DB, (*Tab. 1. Fig. 15.*) erit angulus incidentiæ MAE, minor quam radii paralleli CA; quare & angulus refractionis FAI erit minor, quam paralleli angulus refractus FAG, eritque distantia IB minor quam GB, puncto I eo propius accedente ad F, quo radius MA propius ad EA accedat.

§. 895. Si vero radius incidens fuerit KA, (*Tab. 1. Fig. 15.*)  
hic

(1) Ob radios enim DA, DB ex runt rectæ Dp, DY; tum pF, hypothesi admodum propinquos arcus pY, AB valde exigui erunt; B H, A H; atque adeo pro æqualibus haberi posse-

hic post refractionem minus converget, quia accedit ad perpendicularum  $AF$ , cadit vero in aliquo puncto  $S$  inter  $F$  &  $B$ , sed eo propius accedit ad centrum  $F$ , quo  $KA$  propius ad  $EA$  accesserit.

§. 896. Ex hisce omnibus in §. 891, 892, 893, 894, 895, facile deducitur via contraria radiorum, ex Medio densiori in rarius incidentium, & quidem in superficiem sphaericam concavam  $AB$ . (*Tab. 1. Fig. 15.*) Si enim radii divergentes  $SB$ ,  $SA$  inciderint in  $AB$ , refracti sunt  $BD$ ,  $AK$ .

Si ex centro  $F$  divergentes exierint, absque refractione transibunt, quia perpendiculariter illabuntur.

Si punctum radians inter  $F$  &  $G$  fuerit, erunt radii refracti  $BD$ ,  $AM$ .

Si punctum radians in  $G$  fuerit, erunt radii refracti paralleli  $AC$ ,  $BD$ . Si punctum radians ultra  $G$  ponatur, veluti in  $H$ , radii refracti coibunt in  $D$ . Si radii incidentes  $HB$ ,  $LA$  fuerint paralleli, coibunt refracti propius superficiei  $AB$ , quam ante: & distantia  $FD$ , foci  $D$  a centro  $F$ , erit ad  $FB$  radium sphaerae, ut sinus anguli incidentiae una cum sinu anguli differentiae inter angulum incidentiae & refractionis, ad eundem sinum differentiae anguli incidentiae & refractionis. Nam angulus incidentiae est  $LAF = EAC = AFD$ ; angulus refractionis est  $EAD$ ; differentia angulorum  $EAC$  &  $EAD$  est angulus  $CAD = ADF$ . Sinus anguli incidentiae  $CAE$  seu  $AFD$  est ut  $AD$ ; sinus anguli  $ADF$  est ut  $AF = FB$ . Ergo sinus anguli incidentiae  $AFD$  est ad sinum anguli  $ADF$ , ut  $AD$  ad  $AF$ , seu ut  $BD$  ad  $BF$ ; & componendo erit sinus anguli incidentiae  $AFD$  cum sinu differentiae anguli incidentiae & refractionis; scil. cum sinu anguli  $ADF$ , ad sinum ejusdem anguli  $ADF$ , ut  $BD + BF = FD$  ad  $BF$ . Si radii illapsi fuerint convergentes, citius coibunt refracti.

§. 897. Sit superficies sphaerica convexa  $AB$ , (*Tab. 1. Fig. 16.*) Medium densius  $X$  a parte convexa, Medium rarius  $Z$  a concava, radii  $DB$ ,  $CA$  paralleli incident, quorum  $DB$  perpendiculariter illapsus, per centrum  $F$  absque refractione transit: ducta perpendiculari  $FAE$  ad locum incidentiae  $A$ , erit angulus incidentiae  $CAE$ ; quia radius refractione a perpendiculari  $FA$  magis recedere tenetur, viam  $AG$  ingreditur; adeoque paralleli radii post

refra-



refractionem a se mutuo divergunt: radius GA retro ducatur, donec concurrat cum alio in S, qui focus imaginarius est. Est angulus refractionis  $GAF = EAS$ ; adeoque est CAS differentia inter angulum incidentiæ & refractionis; huic angulus ASF æqualis est: quare est sinus hujus anguli ad radium AF, ut sinus anguli refractionis EAS, cui est æqualis sinus anguli FAS, ad FS, distantiam centri superficiæ sphericæ a foco imaginario S.

§. 898. Si Radii divergentes DB, DA (Tab. I. Fig. 16.) inciderint in eandem superficiem sphericam convexam AB, post refractionem magis quam paralleli radii a se divergunt, quia angulus incidentiæ DAE major est, quam CAE; quamobrem radius DA refractus sit AH; qui si ducatur retro, concurrat cum axe in K, quod punctum est focus imaginarius, qui sic eruitur. Est angulus DAE incidentiæ, HAF est refractionis, cui est  $= EAK$ ; adeoque DAK est angulus differentiæ inter ambos memoratos. Trianguli ADK est angulus AKF externus, qui  $= KAD + KDA$ , hi autem sunt cogniti: ergo in Triangulo FAK, est Sinus anguli AKF ad radium FA, ut Sinus anguli FAK, vel KAE, ad FK, intervallum inter centrum F, & focum imaginarium K. Quo punctum radians D magis a superficie AB recesserit, eo angulus incidentiæ DAE magis decrescit, donec æqualis fere ipsi CAE evadat. Quo punctum D propius accefferit ad AB, eo angulus incidentiæ DAF, ergo & refractionis, plus increscit, magisque refracti radii a se divergent: quamobrem focus Imaginarius propius continuo ad superficiem AB accedet.

Si radii convergentes DB, EA (Tab. I. Fig. 16.) inciderint in superficiem eandem AB, qui producti concurrerent in centro F, hi perpendiculariter in AB illapsi, absque refractione usque ad F transibunt. Sed si qui incidant, minus convergant, veluti DB, QA, quia per refractionem magis a perpendiculari AF recedunt, sunt vel minus convergentes BR, AR, vel paralleli BR, AM. Protrahatur enim QA ad R, erit angulus QAE  $= RAF$ ; si nunc sinus anguli RAF est ad sinum anguli MAF, ut sinus anguli incidentiæ ad sinum anguli refractionis, tum radius QA post refractionem feretur in via MA, parallela ad BR: decresciente angulo QAE, decrescit RAF & MAF; idcirco radius QA post refractionem cum BR concurrat. Qui autem magis convergant illapsi radii, velu-

veluti DB, PA, recedendo magis a perpendiculari AF, magis convergentes evadunt; nam via radii PA est AO.

§. 899. Facile nunc intelligitur via retrocurrentium radiorum ex medio rariori Z, (Tab. 1. Fig. 16.) in densius X. incidentium in superficiem concavam sphericam AB: nam radii paralleli RB, MA, post refractionem fiunt divergentes BD, AQ.

Radii divergentes FA, FB ex centro F emissi, absque refractione transeunt in viis FAE, FBD.

Radii divergentes RB, RA ex puncto radiante ultra centrum F emissi, post refractionem magis a se divergunt, cum propius ad perpendicularum AE accedunt.

Radii divergentes OB, OA, ex puncto radiante O, intra centrum F, & superficiem AB emissi, refracti fiunt minus divergentes, cum propius ad AE accedunt.

Radii convergentes RB, GA, refracti minus convergentes, vel paralleli fiunt.

### C A P. XXX.

*De Luce ex Aere illapsa in Vitrum, atque ex eo iterum in Aerem transeunte.*

§. 900. Sit vitrum ABDC, (Tab. 2. Fig. 1.) planis superficiebus AB, DC sibi parallelis terminatum, in quod ex Aere radius obliquus EF incidat, qui refringitur, hic refractione ad ductam perpendiculararem GFO accedet, fereturque in FL, adeoque oblique illapsus in L, ex vitro in Aerem refractus exibit, recedendo a perpendicularo RLP, in via LN. Quoniam sinus anguli refracti LFO, est ad sinum incidentiæ GFE, uti 11 ad 17, & FLF angulus = LFO, ac sinus anguli FLF ad sin. ang. RLN, uti 11 ad 17, erit angulus RLN = EFG; adeoque incidens EF est parallelus radio LN, ex vitro exeunti in Aerem.

§. 901. Sit vitreum prisma ABC, (Tab. 2. Fig. 2.) in cujus superficiem AB, ex Aere radius obliquus HF incidat, qui refractus accedet ad perpendicularum FP, in via FS: hic radius oblique illapsus in S, exiturus in Aerem, in via SM refringetur, recedendo a perpendiculari QSO, Radius DK perpendiculariter illapsus in AB, transiit  
recta

recta ad I absque refractione; cum autem oblique feriat AC, exiturus ex vitro in aerem, refractus a perpendicularo IN, incedit in via IR.

§. 901. Ex vitro Sphæræ, ut & segmenta sphærica varia construuntur: 1. Ab una parte plana, ab altera convexa. 2. Ab utraque parte convexa. 3. Ab una parte plana, ab altera concava. 4. Utrimque concava. 5. Ab una parte convexa, ab altera concava: facta ex sphæris radiorum differentium.

§. 902. Hæc segmenta sphærica Tab. 2. Fig. 9, 10, 11, 12. appellantur *Lentes*: verum Tab. 2. Fig. 7. hæc species vocatur *Meniscus*, vel Fig. 8. Concavo-convexum.

§. 903. Recta transiens per sphæræ centrum, & perpendicularis in alteram superficiem planam: vel transiens per bina sphærarum centra, vocatur *Axis*.

§. 904. Si radii paralleli in sphæram incidant, Medio ambiente densiorem vel rariorem, atque in producta diametro, radiis incidentibus parallela, punctum T (T.2.F.3.4.) sit focus primæ refractionis in superficie AC, erit punctum F, medium inter D & T, focus refractorum & exeuntium radiorum.

Radii enim incidentes & exeuntes QA, FG producti, sibi occurrant in H; quoniam refractionis in punctis A & G æqualis est, erit Triangulum AHG Isosceles (1): cumque angulus GTE=HAT, & HGA=TGF, erit Triangulum GFT etiam Isosceles. Si nunc radius QA fuerit proximus diametro CT, erit recta GF=DF=TF; ergo focus F est medius inter D & T.

§. 905. Datur aliquod punctum E (Tab.2.Fig.5.6.7. & 8.) in Lentibus utrimque convexis & concavis, per quod quilibet transiens radius, tum incidendo ut QA, tum exeundo ut aq, sibi manet parallelus: sed in plano-convexa, & in plano-concava Lente jacet punctum E in vertice con-

Tom. II.

C

xæ,

(1) Ductis enim ex centro E in fig. 3. ad circumferentiæ puncta A, G radiis EA, EG, iisdemque in L & V productis, erit in priori refractione, quæ fit in A, angulus incidentiæ LAQ=EAH, eique respondens Angulus refractus erit EAG. In posteriori vero refractione, quæ in G contingit, angulus incidentiæ est AGE, qui per 5. lib. 1. Et angulo refracto EAC prioris refra-

ctionis in A, æquatur; Ergo angulus refractus VGF secundæ refractionis in G æqualis erit angulo prioris incidentiæ LAQ. Ergo duo quoque anguli EAH, EGH prioribus ad verticem oppositi, æquales item erunt. Quod si itaque ab his æqualibus æquales auferantur EAG, EGA, reliqui HAG, HGA æquales erunt; atque adeo triangulum AHG isosceles.

$x\alpha$ , & concavæ superficiei: & in duplici Menisco jacet E extra superficiem, maxima curvitate donatam.

Sit  $R E r$  axis Lentis, jungens centra  $R$ ,  $r$  superficierum  $A$ ,  $a$ ; ducantur duæ semidiametri  $RA$ ,  $ra$ , sibi parallelæ, jungantur puncta  $A$ ,  $a$ , tum linea  $Aa$ , axim in puncto  $E$  secabit. Cum enim Triangula  $REA$ ,  $rEa$ , sint similia, erit  $Re$  ad  $Er$ : :  $RA$ ,  $ra$ ; adeoque punctum  $E$  est immutabile in eadem Lente. Supponamus jam radium utrimque recedere ab  $Aa$ , quæ æqualiter ad perpendicularares in ambas superficies inclinatur, adeoque radius utrimque contraria directione inflectetur, adeo ut  $AQ$  sit parallelus ad  $aq$  (1). Si vero Lens evadat plano convexa, vel plano-concava, aliqua semidiameter  $RA$  vel  $ra$ , evadit infinita, adeoque parallela ad axim Lentis; tumque alia semidiameter coincidit cum axe, atque ita puncta  $A$ ,  $E$ , vel  $a$ , &  $E$  coincidunt.

§. 906. Punctum vero  $E$ , (Tab. 2. Fig. 5. 6.) quod Centrum Lentis appellatur, hoc modo potest determinari. In Triangulis  $RAE$ ,  $ra E$  similibus, est  $RA$ :  $ra$ : :  $RE$ :  $rE$ . Cum itaque data sit ratio  $RA$  ad  $ra$ , data item & constans  $Rr$ , hæc per 10. l. 6. El. divisa secundum rationem  $RA$  ad  $ra$ , dabit quæsitum punctum  $E$ . In fig. vero 7. & 8. recta  $Rr$  eousque produci debet in  $E$ , donec  $RE$  ad  $rE$  eandem obtineat rationem radiorum  $RA$ ,  $ra$ .

§. 907. Si igitur fasciculus radiorum perpendiculariter fere inciderit in Lentem aliquam exilissimæ crassitie, radii transeuntes per punctum  $E$ , pro linea recta per cen-

(1) Demonstrandum est immutabile punctum  $E$  in fig. 5. ejusmodi esse, ut per id transiens radius  $QA$  post refractionem in  $A$ , & inde egrediens per  $a$  in  $aq$ , sit  $QA$  ipsi  $aq$  parallelus. Quod ita demonstratur. Radius incidens  $QA$  in directum producat in  $c$ ; tum idem in  $q$  ægressus retroducatur in directum in  $C$ : radii item  $RA$ ,  $ra$  paralleli in directum producantur in  $P$ ,  $p$ . Radius itaque  $QA$  in punctum  $A$  incidens, & post refractionem per  $Aa$  incedens, angulum incidentiæ habet  $QAP$ , angulum vero refractionis  $RAa$ : hic vero radius  $Aa$  in

punctum  $a$  alterius faciei lentis incidens, & per  $aq$  egrediens, angulum incidentiæ habet  $Aav$ , angulum vero refractionis  $qap$ . Sed ob parallelas  $RA$ ,  $ra$ , est angulus prioris refractionis  $RAa$  æqualis angulo secundæ incidentiæ  $Aav$ ; ergo erit quoque primæ incidentiæ angulus  $QAP$  angulo secundæ refractionis  $qap$  æqualis; ergo & anguli  $RAc$ ,  $Car$ , prioribus ad verticem oppositi, æquales item erunt. Si ergo ab his æqualibus angulis  $RAc$ ,  $Car$ , æquales  $RAa$ ,  $Aav$  auferantur, reliqui  $cAa$ ,  $CAa$  æquales erunt, atque adeo rectæ  $QAc$ ,  $qac$  parallelæ.

centrum Lentis ducta capi possunt, absque sensibili errore.  
 §. 908. Focus radorum parallelorum, fere perpendiculariter in Lentem incidentium, sequenti modo invenitur.

Sit E (Tab. 2. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.) centrum Lentis, sint R, r centra superficierum, axis sit Rr, sit g E G linea parallela radiis incidentibus in superficiem B, cujus centrum est R; ducatur semidiameter B R parallela ad E g, in qua producta sit V focus radorum refractorum a sola superficie B; ducatur V r secans g E protractam in G: erit G focus radorum ex Lente exeuntium. Quoniam V est focus radorum refractorum a superficie C, radii directione obliqua B V incident in superficiem A; adeoque necesse est, ut radii exeuntes ex A suum focum habeant in aliquo puncto illius radii, qui recta per hanc superficiem A transit, hoc est in linea V r, ducta per centrum r; & quoniam radius transiens per punctum E pro linea recta haberi potest, quæ sit g E G, ejus intersectionis punctum G ab V r erit focus omnium radorum.

§. 909. Si radii incidentes, ad axim R r (Tab. 2. Fig. 9. 10. 11. 12. 13.) sint paralleli, distantia foci E F est æqualis E G: radii enim incidentes paralleli ad g E, gradatim magis inclinentur ad axim, donec evadant eidem paralleli, tum eorum primi & secundi foci V & G describent arcus VT & GF, quorum centra sunt R & E; nam linea R V est immutabilis, habens ad R Brationem sinus refractionis ad sinum differentie inter incidentiam & refractionem, per §. 891; adeoque E G est invariabilis, & ad lineam R V, in ratione r E ad r R, quia Triangula E G r, R V r sunt similia.

§. 910. Si Lens tenui vitro constiterit, eruetur ex præcedenti propositione hoc modo focus. Cum in Triangulis similibus E G r, R V r, sit GE, VR :: R r, E r; atque VR evadat TR, & GE fiat FE, erit R r, E r :: TR, FE; sive est distantia centrorum ambarum curvarum superficierum, ad distantiam Lentis a centro alterius superficiei curvæ, ita est semidiameter producta ad focum primæ superficiei, ad distantiam foci a Lente.

§. 911. Si ergo fuerit Lens utrinque concava vel convexa, est ut summa semidiametrorum, ad alterutram semidiametrum, ita est duplum alterius semidiametri, ad distantiam foci a Lente: Nam RT est = 2 RE, veluti r, s = 2 e, r; tum enim est E t, t r :: 3, 2.

§. 912. In Menisco autem est, ut differentia semidiametrorum ad alterutram semidiametrum, ita est duplum alterius ad distantiam foci a Menisco.

§. 913. Si semidiametri ambarum curvarum superficierum fuerint æquales, erit distantia foci æqualis uni semidiametro. Sed in plano convexa, vel in plano concava Lente superficies planæ habent quasi Semidiametrum infinitam, unde ratio  $Rr$  ad  $Er$ , est ratio æqualitatis; quare etiam est  $TR$  ad  $FE$  in ratione æqualitatis, sive  $TR = FE$ . Quoniam  $TR$  ad  $RE$  est ut sinus anguli incidentiæ ad sinum differentiæ, erit  $FE$  ad  $RE$  in eadem ratione.

§. 914. Sit  $Q$  (Tab. 3. Fig. 1.2.) punctum radians, a quo radii divergentes mittuntur in Lentem vel sphaeram, cujus centrum est  $E$ : si tum radii paralleli ab altera Lentis parte venissent, quorum focus sit in  $F$ , per §. 908, atque in axe  $QE$  producto capiatur  $QF$ ,  $FE :: Ef, fq$ , erit punctum  $q$ , focus radiorum refractorum, modo punctum  $Q$  radians non multum distet ab axe Lentis.

Nam centro  $E$ , radiis  $EF$ ,  $Ef$ , describantur duo arcus  $FG$ ,  $fg$ , secantes radium  $QA$   $aq$  in  $G$  &  $g$ , ducantur  $EG$ ,  $Eg$ . Supponatur  $G$  focus incidentis radii  $GA$ , radius egrediens erit  $agg$ , parallelus ad  $GE$  per §. 908.: sic ab altera parte ponatur  $g$  radians, emissusque sit radius  $ga$ , tum egrediens  $AGQ$  erit parallelus ad  $gE$ . Idcirco duo Triangula  $QGE$ ,  $Egq$ , sunt similia, eritque  $QG$ ,  $GE :: Eg, gq$ . Si igitur radius  $QA$   $aq$  fuerit admodum propinquus axi  $QE$ , erit  $QF$ ,  $FE :: Ef, fq$ .

Est etiam  $QG$ ,  $GE :: QA$ ,  $Aq$ ; sive  $QF$ ,  $FE :: QE$ ,  $Eg$ . Est quoque  $QG$ ,  $QA :: QE$ ,  $Qq$ ; sive  $QF$ ,  $QE :: QE$ ,  $Qq$ .

Si  $Q$  accedat ad  $F$ , & coincidat, radii exeuntes erunt paralleli; tum enim  $q$  recedit in infinitam distantiam. Si  $Q$  ultra  $F$  ad Lentem appropinquet, tum focus  $q$  transibit ad alteram lentis partem, ac ante erat.

## C A P. XXXI.

*De diversa Radiorum refrangibilitate, & Coloribus.*

§. 915. **Q**UAE hucusque de Lucis radiis memoravimus, illo innituntur fundamento, radios omnes esse æque refrangibiles; quod verum non est. Invenit Nob.

Nob. Newtonus, radium lucis a Sole emissum, atque a nobis tractandum, esse radiolorum fasciculum diversa refrangibilitate præditorum; ita ut, si radius OF (Tab. 3. Fig. 4.) e Sole emissus, oblique in densioris Medii superficiem EFG inciderit, non refringatur tantum ad FR, sed abeat in radiolos FT, FS, FR, FQ, FP, qui a se divergendo, magis refringi radium FP, quam FT ostendunt.

§. 916. Ut Experimenta, quibus hæc admiranda lucis proprietas demonstratur, melius intelligantur, quædam præmittenda erunt. Si per exiguum foramen radius Solis locum obscurum ingrediatur, explicatur, pingitque supra planum, ipsi directe oppositum, orbem, eo majorem, quo planum a foramine amplius distiterit: quod fit, quia radii a toto hemisphærio Solis se per foramen penetrant, seseque sub angulo, qui æqualis est apparenti Solis diametro, intersecant. His cognitis, capiatur vas amplum altumque, ad cujus fundum (qui optimus est si pelluceat) radius Solis, per foramen transmissus perveniat, notetur orbis longitudo ac latitudo; impleatur deinde vas Aqua, explicabitur supra fundum illuminati orbis longitudo, non vero latitudo.

§. 917. Vel capiatur virgula vitrea tribus angulis in modum clavæ torosa, quæ nunc vocatur *Prisma Vitreum*, A CB, cujus solidi anguli sint 60 graduum, in quod, per foramen FZ, incidat radius Solis OFXZ, qui refractus, & ad aliquot pedum distantiam ab albo plano exceptus, exhibet oblongam imaginem, cujus latitudo IC est circiter — longitudinis PT. Est latitudo IC eadem, ac si in

pari, a foramine F, intervallo, nullum Prisma interpositum fuisset. Hæc oblonga imago ex plurimis componitur circulis, (quorum pauci repræsentantur per GPA, HB, IC, KD, LTE) supra se cadentibus, qui cum sint omnes ejusdem diametri, efficiunt, ut imago lateraliter, rectis GL, AE, sibi parallelis, & ad extremitates P & T semicirculis terminata appareat. Repræsentat quilibet circulus imaginem Solis: inter hos igitur sunt, quorum radii a prismate plus, alii minus refringuntur.

§. 918. Si ad distantiam 10 vel 12 pedum a fenestra recedentes, foramen rotundum FZ (Tab. 3. Fig. 6.) per prisma A B C intueamur, id in loco PT instar imaginis prioris

prioris oblongum apparet; certo indicio, radios PH plus quam TI retrungi.

§. 919. Radius SF ( *Tab. 4. Fig. 1.* ) a Prismate ABC refringitur in oblongam imaginem PT, quæ in alterum prisma KM projecta fuit, ut exploraretur, utrum radii nunc refracti explicarentur ut ante, tumque acquireretur figura quadrata  $p q t \pi$ ; sed id non contingit, priore imagine PT tantum obliquum situm  $p t$  acquirente, atque ex iisdem circulis composita. Radii qui in prima refractione maxime refringebantur, iterum in secunda refractione magis refringuntur: quo evenit ut  $p, P$ , in ambabus comparatis imaginibus, amplius a se distent, quam  $T, t$ ; hoc est, radii  $P, p$  maxime;  $T, t$  minus refringuntur.

§. 920. Radius igitur Lucis, prout e Sole emissus ad nos pervenit, constat Luce admodum heterogenea, cum adeo diversæ refrangibilitati subicitur: quam vero continet Lucem æque refrangibilem, *Homogeneam* appellant Philosophi.

§. 921. Si radium Solis directe intueamur, aut cum in planam albamque chartam excipiamus, candidus apparet.

§. 922. Ejusmodi radius, per Prisma vitreum transiens & refractus, dein supra album planum exceptus, imaginem exhibet oblongam PT ( *Tab. 4. Fig. 2.* ), plurimis variegatam coloribus, hoc ordine dispositis, ut sint rubri, aurantii, flavi, virides, cærulei, purpurei, & violacei. præcipue distinguendi: verum simul adsunt in singula colorum classe plurimi intermedii, quia non prorsus separati, sed lateraliter in se mutuo cadunt. Si conceperimus totam imaginem in 360. partes divisam, harum sua longitudine quilibet color totidem occupat, ac numerus ad latera adscriptus indicat.

§. 923. Radiorum coloratorum rubri minime, violacei maxime refringuntur: alii colores intermedii eo magis, quo plus a rubro recedunt ad violaceum, veluti conspectus radiorum ex prismate exeuntium docet.

§. 924. Vel si objectum planum CI, ( *Tab. 4. Fig. 3.* ) duobus coloratum pigmentis, Cinnabari & Indico, prismate inspicatur duplici modo, ab oculo posito in K, videbitur in D in binas partes C, I discerptum: converso prismate in situm B, apparebit objectum in E iterum divisum, uti C, I. Cum autem ambæ imagines C, I Cinnabaris, videantur sibi propiores, illæ autem I, I coloris



loris Indici a se remotiores, liquet rubros radios minus refringi violaceis.

§. 925. Si idem objectum ambobus oblitum pigmentis illuminetur luce candelæ methodo Desagulieriana (a), atque Lens ampla L, L (Tab. 4. Fig. 4.) colligat radios, rubri focus remotiorem a Lente habent in plano S, carulei propiorem in plano B: novo indicio, caruleos magis refringi rubris.

§. 926. Manet refrangibilitas constans in eodem colore, adeo ut radii rubri, variis vicibus refracti, semper minus refringantur, quam radii Violacei, aut alii colorum intermediorum. Sit S (Tab. 4. Fig. 5.) Sol, cujus radius per foramen F transmissus incidat in prisma ABC, quod ipsam refringat in suos colores, qui excipiantur supra tabulam DGE; hæc perforata unum colorem transmittat supra tabulam  $\delta$ ,  $\gamma$ ,  $\eta$ , quæ etiam foramine donata, transmittat in alterum prisma  $a b c$  colorem; hic secunda vice refractus perget ad M, converso primo prismate ABC, possunt successive omnes colores projici supra alterum prisma  $a b c$ , qui refracti denuo observabuntur inter M & N: quamvis omnes nunc eadem incidentia ad prisma  $a b c$  pervenerint, nihilominus deprehenduntur violacei plus refringi, quam rubri, in hac secunda refractione (1).

§. 927. Quoniam radii rubri minus reliquis radiis coloratis

(a) Phil. Transf. N. 426.

C 4

ratis

(1) Quæ hæcenus de radiorum lucis diversâ refrangibilitate ab Auctore nostro adducta sunt, sequentibus experimentis majorem nanciscuntur lucem. Sit prisma (Vid. fig. 3. Tab. Addit.) ABC radios in obscuro cubiculum per foramen F transmissos excipiens, eosque ad papyrum, vel oppositam parietem H in suos colores separatos projiciens. Superficies prismatis BC cum non omnes refringat radios versus T, sed & plurimos reflectat, eos ad P siste cum alia papyro KL. Porro convertatur prisma circa ejus axem secundum ordinem litterarum ABCA, & videbis tum amplitudinem colorum ad T, tum quantitatem lucis ad P perpetuo augeri; donec tandem cum radiorum inclinatio ad planum BC sit maxime obliqua,

colores in T incipiant evanescere, & in P reflecti, ibique apparere, violaceus primo, tum purpureus, dein de caruleus, viridis, flavus, ac denique aurantius & ruber.

In hoc experimento hæc maxime spectanda sunt. 1. Cum singuli colorati radii ante eorum separationem æqualiter ad prismatis superficiem AC inclinentur, ac deinde refractione separati, purpurei primum a superficie CB reflectantur in P, reliquis per eandem superficiem CB ad T transmissi; tum reflectantur violacei, deinde carulei, & ita porro; consequens est purpureorum majorem esse præ reliquis ad superficiem CB inclinationem, eosque adeo omnium maxime refrangi ex superficie BA; tum violaceos reliquis magis refrangi, inde caruleos, & ita porro usque ad

§. 927. Quoniam radii rubri minus reliquis radiis coloratis refringuntur, constantius viam suam retinent, e qua minus a vi attrahente & refringente turbari potuerunt: adeoque majori vi particulæ, radios rubros componentes, moventur; erunt proinde vel majores, vel densiores, quam particulæ reliquorum colorum. Verosimile est rubras particulas pari velocitate, ac eas reliquorum colorum moveri in radio Solari, ex omnibus coloribus constante. Vis igitur major iis inerit, vel posita pari densitate, sed majori volumine; vel posito eodem volumine, sed majori densitate.

§. 928. In radiis rubris majorem vim esse etiam ex fulgore, quo oculos perstringunt, concludimus, clarissime enim

ad rubros omnium minime refractos: notum quippe est lucis radios in pellucidi minus densi superficiem veluti CB nimis oblique incidentes, quemadmodum in opacum corpus incident, ab ea reflecti, adeoque necesse est, ceteris paribus purpureos obliquissime omnium ad superficiem CB inclinari, tum reliquos successive secundum præscriptum ordinem.

2. Liqueat etiam Solis lucem ex radiis coalescere nedum refrangibilitate disparibus, sed & reflexibilitate, magisque refrangibiles; præ ceteris magis etiam esse reflexibiles; observatum quippe est eos radios omnium primos reflecti, qui iisdem positis omnium incidentiis, maxime fuerant refracti.

3. Consequitur demum radios eodem exhibere colores, cum a superficie CB reflectuntur, quos per eandem superficiem trajecti, refractique excitabant; reflexi siquidem ordinem P singuli eo colore tingunt, quem refracti in T repræsentabant. Colores itaque suos habebant radii ante refractionem, a qua proinde non aliter dependent, quam quod ejus ope eruantur, a ceteris separantur, & manifesti fiant, non vero quod ipsa refractione procreentur, ut quibuscumque pergeram visum est.

Sed & in majorem eorum, quæ modo dicta sunt evidentiam, sit EFG (Vid. fig. 4. Tab. Addis.) fenestræ operculum ad F terebratum; tum prisma foras statuatur, quod Solis lucem foramen F ingressuram intercipiat, & refringat versus f. Ad f pedibus ab F duodecim, aut longius, positum sit opacum corpus *efg*, quod lucem sistat, demto parvo foramine f, per quod lucis pars aliqua, nempe violacea, longius trajiciatur ad y. Istud autem f non sit semisedigiti latius. Deinde præ manibus sumatur aliud prisma *abc*, & ad radios transverse positum statuatur a postica parte foraminis f, circaque axem ejus convertatur, donec videas lucem violaceam, postquam ab ejus basi *bc* obliquissime refracta fuerit versus s, totam a s disparuisse modo, & ad p reflecti. Cum primum lux violacea ad p reflectitur, prisma *abc* in eo statu figatur. Tum alterum prisma ABC motu circa axem ejus nunc hac, nunc illac parum convertatur; ut colores, quos projicit in obstaculum *eg*, paululum attollantur, eoque pacto successive omnes transmittantur per foramen f in posterius prisma *abc*, & videbis quod cum flavedo transmittitur ad y, illi radii non omnes ad p reflectantur, sed plurimi perrumpant superficiem

enim fulgent radii rubri, vix conspici possunt violacei, quia debilissime visum feriunt: virides autem radii, mo- dice afficientes oculos, adeo his placent, cum nec nimis, nec debilius eos commovent.

§. 929. Qui color in radio ab aliis separato observatur, ille constans permanet idem, utcumque hic radius coloratus refringatur per Vitra, Prismata, Lentes: vel condensetur Lentium ope in focum: vel reflectatur a quocunque speculo, vel a quolibet corpore, & deinde per prisma inspicatur; ruber radius ruborem semper exhibet, nunquam alium: viridis radius colorem retinet semper viridem: idem obtinet in aliis coloribus (1).

## §. 930.

ciem *bc*, & ad *s* pertingant. Et cum rubor ad *y* transmittitur, illi radii fortius adhuc perirumpent, ut ex ejus perirumpentis lucis copia constat. Jam cum radii, qui citius, & facilius reflectuntur in superiori experimento, nempe purpuriformes & violacei; etiam citius & facilius hic reflectantur, id fieri liquet non ex contingentia, sed ex ipsa radiorum naturali constitutione, & quod antecedenter ad omnem reflexionem, aut refractionem, quidam ad exhibendos quosdam colores sunt apti, faciliusque reflexibiles; alii vero aliis coloribus, & progrediendi viribus afficiantur.

Ad hæc si duas laminas vitreas (*Vid. fig. 5. Tab. Addis.*) *CB* plane perpolitas, & ad invicem applicatas secundum planitiem earum connectas, easque vasi *RQ* aquæ pleno immergas, extremitate superficierum iuxta positarum, undique cera vel pice prius obturata, ut aqua media non interreat, & expellat aerem, qui more laminæ tenuissimæ interjacet vitra; si hæc, inquam, fiant, eum poteris vitrorum invenire situm, ut illucente Sole aer interjectus æruliformes radios, reflectat versus *p*, rubriformes vero transmittat versus *s*, aliasque modo dictis congruas apparenas exhibeat.

(1) Sciendum tamen est Mariotte & Rizzettum ejusmodi Nevvtoniana experimenta repetentes, expostum eorundem successum haud ex-

pertos fuisse; iisdemque Auctoribus observatum, post secundam refractionem, radii cujusque diversos iterum apparuisse colores: quod argumento eis fuit Nevvtonianam de diversa radiorum refrangibilitate doctrinam, improbandi. At immerito id factum esse ex eo constat, quod Nevvtoniana experimenta non clanculum, nec semel aut iterum, sed innumeris fere vicibus, pluribus clarissimis viris spectantibus, maximeque adhibita diligentia in Londinensi, ac Parisiensi Scientiarum Academia, tum in Hollandia, Italia, Germania instituta, ac repetita fuerint, ac semper eum sortita effectum, quem Cl. Nevvtonius describit: ac proinde immerito tanquam falsa eadem rejiciuntur a privato quodam, qui facile in suis parandis experimentis aberrare potuit. Dicendum est itaque in Mariotte & Rizzetti experimentis haud homogeneum radium adhibitum fuisse, indeque factum, ut post novam refractionem diversi visi fuerint colores. Qua in re spectandum est, quod si cum radiis alicujus coloris, minori copia radii aliorum colorum permixti fuerint, prior radiorum color ad sensum non mutabitur, quia lumen vividum impedit, quo minus debile sit sensibile: quod si ita commixti radii, qui ad oculum pro homogeneis habeantur, transeant per prisma, eorum colores tum separari, & sensibiles fieri necesse est.

§. 930. Quamobrem diversus motus, aut gyratio singularum partium Lucis, oriunda ex refractione, non est causa diversorum colorum; nam hæc gyratio mutabitur, simulac altera vice Lux refringitur, reflectitur, vel colligitur: adeoque ex radio colorato iterum diversi colores orientur, quod nunquam fit. Eorum fabrica propria proinde facit, ut hi hujus coloris, alii alterius ideam in mente excitent: manente singulorum fabrica eadem, constanter quilibet eundem colorem repræsentabit. Notatum vero hic velim, cum de colore radiorum loquor, me non opinari, ejusmodi colores radiis inesse, sed tantum potentiam quandam ita movendi nervos oculorum, ut horum motus in Mente ideam colorum excitet: qui radii ideam rubri coloris secum comitem habent, illos rubros appellavi; & pari modo reliquos flavos, virides, violaceos &c. ac si revera hi colores radiis inessent, quia intuentibus experimenta, ita radii apparent.

§. 931. Collectio omnium radiorum coloratorum in unum, constituit candorem, sive albedinem.

Si enim ope prismatis *ABC*, radius Solis fuerit refractus in suos radiolos coloratos, qui in Lentem *MN* convexam illapsi refringuntur, atque in focus *G* condensantur: hic focus in planum album *DE* exceptus, albus erit. In hoc foco tantum permissionem colorum, non vero destructionem fieri, inde patet; quia si ultra focus removeatur planum, illico colores, sed inverso ordine apparent.

§. 932. Si focus *G*, ope alterius prismatis *HIK*, inspicatur, in suos colores refractus apparet, ut ruber sit in *r*, violaceus in *V*, una cum aliis coloribus intermediis.

§. 933.

Pro felici vero Newtonianorum experimentorum successu sequentia probe sunt observanda, quæ fortasse contempta Mariotte, & Rizzettum in suis experimentis deceperunt. 1. Prismata sunt adhibenda ex vitro purissimo, venulis immune; aliter reflexiones radiorum dantur in ipso prisma, & in exitu lumen ethereum cum homogeneo permiscetur, quod maxime experimentum turbat. 2. Cavendum ne ullum lumen præter simplicem radium per

subtile fenestræ foramen, cubiculum intret; si enim alii plures ingrediantur radii, iique cum iis misceantur, qui imaginem efficiunt, experimentum haud bene procedere poterit. 3. Cavendum demum ne experimentum instituatur, quando Cælum non satis est serenum; tunc enim inter ipsos radios directæ a Sole procedentes plures sunt, qui diversas habent refractiones; quod præcipue contingit, quando nubes dantur, quæ lumen satis vividum reflectunt.

§. 933. Duo prismata ABC, *a b c*, quorum anguli refringentes B, *b* sint æquales, parallelæ ita inter se collocentur, ut angulus prismatis B contingat alterum *c*, binæque latera CB, *c b* in directum jaceant; lumen per prismata ista trajectum excipiat supra chartam MN, quæ intervallo circiter 8 vel 12 pollicum a prismatibus distet. (Tab. 4. Fig. 7.) Jam colores ab interioribus binorum prismatum extremis B & *c* geniti, commiscebuntur in loco PT, ibique albedinem efficient: etenim si alterutrum Prisma removeatur, colores ab altero geniti in loco illo PT apparebunt.

§. 934. Si diversissimi coloris pigmenta determinata copia secum permisceantur, veluti, Auripigmentum, Viride aris, Cæruleum montanum, purpura, producent pulverem, qui chartæ illitus crassiuscule, & ad distantiam 18 pedum conspectus, æque albus ac charta apparet.

§. 935. Si omnium colorum radii non permiscantur, non producit albedo, sed ab hac eo major fit recessus, & vergentia ad luridum, vel peculiarem aliquem colorem, quo plures colorati radii intercepti, paucioresque colores conjuncti fuerint. Si enim Lux a prismate in suos coloratos radios refracta, inciderit in lentem MN, & focus G omnium colorum sit candidus, prope T interceptiatur aliquis color, veluti violaceus, focus G non amplius candeſcet, sed verget ad colorem fuscum: intercepto insuper colore Indico, G minus candebit: prohibito adhuc colore rubro ad P, focus G (Tab. 4. Fig. 6.) flavescit, viretque: impedito viridi adhuc flavescit focus G perfecte.

§. 936. Si in colores Solis radii a prismate fuerint refracti, atque coloratus aliquis radius seorsum in quoddam objectum pigmento tinctum incidat, id objectum colore radii incidentis, non colore sui pigmenti, tinctum apparebit. Si autem idem radii illapsi, qui pigmenti, fuerit color; vivacissimus est color pigmenti, cum objectum ab aliis coloratis radiis illuminatum multo obscurius resplendeat. Ex his patet, objecta colorata reflectendo radios Lucis, eorum colorem non mutare, verum hæc objecta nonnullos radios coloratos copiosius, alios in minori quantitate repercutere.

§. 937. Hinc intelligitur, cur objecta in loco, ubi Spiritus Vini ardet, appareant cærulescentis coloris? quia nempe radii fere tantum cærulei ab inflammato spiritu

ritu vini oriuntur, iidemque ad oculos ab objectis repercussu, cærulefcentis coloris ea ostendunt. Hinc etiam intelligitur quare objecta colorata ad lucem candelæ alterius coloris, quam ad lucem Solis, Lunæ, Lampadisve ardentis esse videantur. Nam ad candelam charta flava apparet languidior, colore vergente ad pallidum stramineum: Pigmentum saturo viride apparet subcæruleum: conspectum id una cum subcæruleo apparet subviride: comparatum cum flavo videtur magis cæruleum: plura hujusmodi prodita sunt a Nob. Boyleo in Tractatu de Coloribus. Quia nulli radii nigri prismaticè exhibentur, colligimus nigredinem non esse colorem: tum quia umbræ graviores, aliæque nihil, vel parum lucis replicantia objecta, conspiciuntur nigra.

§. 938. Quotiescunque Lux in laminas tenues pellucidas incidit, separatur quoque in colores, quorum alii reflectuntur, alii transeunt, pro varia lamellarum crassitie. Clarissime hoc observatur, cum binas longorum Telescopiorum Lentes objectivas sibi mutuo imponimus; inter eas enim Aer tanquam tenuis lamina interjacet, sed quæ diversæ est crassitie: tenuissima est, ubi vitra se contingunt; crassior continuo, pro majori a contactus puncto distantia (Tab. 4. Fig. 8.). Cadat Lux in superiorem Lentem, eamque a parte superiori intueamur; tum ubi Lentes se contingunt, macula apparet nigra: hanc varii annuli, a se separati ambiunt, quorum colores, a centro incipiendo, sequenti ordine sunt dispositi,

Niger, cæruleus, albus, flavus, rubeus.

Violaceus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus.

Purpureus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus.

Viridis, rubeus. Sunt & alii, qui eo debiliores, quo magis a centro distant: hi per reflexionem ab Aere sunt producti.

§. 939. Si Lentes ab altera parte inspiciamus, ut radii transmissi in oculum incidant, iterum annuli colorati apparent, verum iis in locis, in quibus priores annuli a se distabant: ordines, incipiendo a medio, ita se habent.

Albus, rubeus, flavescens, niger, violaceus, cæruleus.

Albus, flavus, rubeus, violaceus, cæruleus.

Viridis, flavus, rubeus, viridis subcæruleus.

Rubeus, viridis subcæruleus, &c.

§. 940. Hæc omnia clarissime quoque inspiciuntur in bul-  
lis,

lis, quas Aquam Sapone inspissatam inflando, formamus: cum enim hæ bullæ successu temporis fiant tenuiores, Aqua a parte superiori descendente ad inferiorem, observamus oriri similes omnino annulos coloratos, & quidem in diversis bullarum partibus, prout tempore tenuiores redduntur aliæ partes, aliæ iterum crassiores: idque reflexione & transmissione Lucis fit, veluti in Lentibus.

§. 941. Pigmenta & objecta coloribus tincta proprie in se colores non habent: verum in sua superficie lucem alapsam refringunt in colores, quorum nonnullos reddunt, alios in se absorbent, quos multis percussionibus interinis suffocant aut transmittunt: proinde objecta sub eo colore videntur, quem replicati Lucis radii habent. Pigmenta sunt corpuscula tenuissima, adeoque pro laminis tenuibus, de quibus in §. 938. dictum est, habenda, quæ pro varia crassitie, qua donantur, diversum colorem reflectunt idcirco idem pigmentum pro diversa partium crassitie cum variis coloribus videbitur. Cinnabaris integra quam parum rubet? contusa in pulverem mediocris tenuitatis pulcherrimum rubeum colorem refert: trita supra porphyritem in impalpabilem subtilitatem cum aqua multum de pulcritudine coloris amittit, ad aurantium accedendo; pulcherrima autem rubedo redit, Oleo Lini, Papaveris vel Terebinthinæ affuso. Simile quid in Viridi æris datur. Hinc quoque, si nonnullorum corporum superficies, sive in asperiores, sive in læviorem mutetur, propter partium compressionem ad se, atque ita ob speciem incrementi earum, corpora aliter colorata videbuntur. Charta aspera multo plus quam polita albet: Argentum asperum albissimum est, politum nigrescit.

§. 941. Attendendo insuper ad lucem per laminas tenues pellucidas transeuntem in §. 938. & 939. discimus, quare, si objecta colorata pelluceant, alterius coloris appareant, ope reflexæ, quam ope lucis transmissæ conspecta: nonne id evidentissimum est, cum plumas avium, & præcipue collum columbarum intuemur, quod variis inflexum motibus pulcherrimos colores exhibet, quorum nonnulli reflexione, alii transmissione oriuntur? Id quoque conspicuum est in infusione Ligni Nephritici, quod pro diverso tam oculi, quam lucis situ, alio colore apparet. Quemadmodum quoque tegmina nonnulla sericea se habent; tum Auri lamellæ tenuissimæ ante Microscopium

pium positæ, per quarum poros Lux cærulea tantum transit.

§. 942. Interim nonnullæ corporum Tincturæ, ab affusis diversis solutionibus varios induentes colores, iisque iterum amissis, in pristinum statum redeunt, amœna spectacula præbent. Veluti si Tincturæ rosarum rubrarum cum Spiritu vini, albescenti adhuc, Spiritus salinus acidus affundatur, ut Spiritus Vitrioli, Oleum Sulphuris, Spiritus Salis marini, Nitri, Aqua fortis, adeo exigua copia, ut vix acidum percipi queat, hæc in Tincturam elegantem rubri roseique coloris mutatur. Si autem eidem Tincturæ rosarum solutio Salis Alcalini affundatur, mutatur in Tincturam viridem, veluti fit ab affuso Oleo Tartari per deliquium, Spiritus Salis Ammoniaci. Sed si eidem Tincturæ rosarum alba solutio Vitrioli Martis in Aqua affundatur, oritur nigrum atramentum. Si rubenti priori Tincturæ, propter affusum acidum Spiritum, adjeceris solutum Salem alcalinum, in viridem colorem vertitur rubedo: & si virenti Tincturæ ob Salem alcalinum adjeceris Spiritum acidum, mutatur in rubescentem Tincturam.

Si solutioni pellucidæ gallarum Vitriolum Martis vulgare, vel calcinatum ad albedinem, vel ad formam rubri colcotharis injiciatur, illico nigrescit: perit nigredo ab affusis Olei vitrioli guttis, priori pelluciditate redeunte; huic liquori affunde Oleum Tartari per deliquium, redit pristina nigredo, destructa iterum ab affuso Spiritu acido. Plura similia Magnus Boerhaavius (a) suppeditavit, & prostant quædam in Tentaminibus Florentinis (b), tum apud Helshamum (c). Hæc colorum productio & mutatio e varia magnitudine particularum in solutione natantium, nunc majorum, nunc minorum pendet: inde enim hos colores oriri, subtilissime ostendit Nob. Newtonus (d), qui doctrinam de Luce & Coloribus fere exhaustit, plurimisque aliis inventis, quæ attingere in his Institutionibus non licet, amplificavit (1).

CAP.

(a) *Chem. vol. 2. p. 535.* (b) *Part. 2. pag. 93. & seq.*  
(c) *Lectures ch. 20.* (d) *Optice Lib. 2. part. 2.*

---

(1) Newtonianæ itaque doctrinæ de coloribus summa hæc est: quod a certis corporibus certa radiorum genera reflectantur reliquis omnibus copiosius, & ab aliis alia nempe radios minime refrangibiles, sive rubros, copiosissime reflectit, atque inde videtur rubrum: Violæ radios



*Descriptio Oculi.*

§. 943. **Q**uomodo objecta extra nos posita videntur, exponi nequit, nisi Visus organum, quod Oculus

radios maxime refrangibiles, sive violaceos, copiosius præ ceteris reflectunt, atque inde suum trahunt colorem: Omne demum corpus eos radios præ reliquis copiosius reflectit, qui sunt eodem ipsius colore donati, coloremque suum inde trahit, quod isti radii in reflexo lumine prævaleant, & dominantur. Hujus doctrinæ hæc est potissima ratio, quod color luminis homogenei nulla reflexione, vel refractione mutetur, ut ex superius relatis experimentis satis liquet: igitur si naturalia corpora radios reflectendo, nec quicquam eorum colorem immutant, necesse est non posse alia de causa, ea colorata videri, quam quia eos radios reflectunt, qui vel sua natura eo sint colore donati, quem ipsa corpora exhibent, vel qui aliqua sua permixtione eorundem corporum colorem conficere debent. Hæc ad opaca corpora spectant. Pelucidorum vero, qui transmissio luminis, colores videntur, similiter ab eorum radiorum conditione pendent, qui libere ea pervadentes corpora ad oculos tandem appellunt, sive homogenei solitarii fuerint, sive homogeneorum plures invicem permixti. Eos vero radios, qui neque concurrentibus corporibus reflectuntur, neque per eadem transmittuntur, intra ipsamet corpora intercipi ac veluti restingui existimandum est. Si enim aurum in bractæas tenuissimas ductum inter oculum & lucem collocetur, lux per id cærulea videbitur, vel viridis: id ergo aurum transmittit per se radios cæruleos, aliosque ultro citroque reflexos aliquandiu, in-

tra se intercipit tandem, atque restinguit, radios vero flavos reflectit extra, ipsumque adeo videtur flavum. Quemadmodum autem bractem aureæ videntur flavæ lumine reflexo, & cæruleæ transmissio, ita quoque certi sunt liquores, ut ligni nephritici, & certa etiam vitri genera, quæ unum genus luminis transmittunt copiosius, aliud vero genus reflectunt, eoque pacto coloribus variis pro vario oculi atque luminis positu videntur.

Ceterum quæ adversus hanc Newtoni theoriæ tot experimentis confirmatam opposuere Pater Pardies, Franciscus Linus, Antonius Lucas, aliique, ea uberrime resolvit Newtonus ipse in Transactionibus Anglicanis, ex quibus excerpta huc spectantia simul collecta videbis tom. 2. *Opusculorum* Newtoni Genevæ editorum Anno 1744. Sed non abs re erit novam adversus eandem Theoriæ hic adferre difficultatem, quod non desint, qui eam plurimi faciant. Sequenti illa nititur experimento: Si duo subtilissima fila, coccineum unum, alterum violaceum in longitudinem simul jungantur, tum intervallo debito nudis oculis simul objiciantur, ambo constat unico obtutu ita distincte conspici, ut crassities, & color singulorum distincte dignoscatur. Id Newtonianæ Theoriæ repugnare ajunt: ex notissimis enim visionis directæ principiis cap. 33. exponendis distincta & clara sic objecti visio per radios, qui ex singulis objecti punctis pennicillorum instar prodeuntes, ac divergentes, ope trium refractionum in oculi humori-

culus est, intelligatur; quamobrem brevissime eum explicare

moribus, aqueo, crystallino, vitreo, tandem in totidem retinæ puncta accuratissime coeunt, distinctamque objecti imaginem ibidem depingunt, quemadmodum cap. 33. fufius est declaratum. legitur si coccinei simul & violacei fili clarus & distinctus est simultaneus intuitus, uti docet superius memoratum experimentum, necesse omnino est cum coccineorum, tum violaceorum radiorum pennicillos ex diversis ejus objecti punctis prodeuntes, peractis per oculi humores debitis refractionibus, in totidem retinæ puncta accurate coire. Verum si secundum Nevvtoni theoriam violacei omnium maxime, omnium minime rubri refringuntur, horum alterutrum admittatur necesse est, scilicet, si rubri accuratissime in retina coeunt, violaceos radios majoribus refractionibus præditos, atque idcirco magis convergentes factos, cis retinam, & intra vitreum humorem coire, ex quo inde decussantes & divergentes plura retinæ puncta subire: si violaceos statuas accuratissime in retina uniri, rubros necesse est minoribus refractionibus præditos, atque idcirco minus convergentes, ad retinam disjunctos pervenire, trans illam uniendos, si producerentur. Nequit igitur secundum Nevvtoni theoriam clarus & distinctus esse utriusque fili coccinei, & violacei simultaneus intuitus.

Sed evanescet prorsus hæc difficultas, si spectetur 1. adfirmari tantum, at certe adducto experimento non ad evidentiam probari, utriusque ejus fili claram & distinctam esse simultaneam visionem; fac enim accurate distinctam coccinei fili visionem veluti ex centum partibus coalescere, atque ob diversam Nevvtonianam radiorum refrangibilitatem, eandem visionem ab accurate distincta una vel duabus ejusmodi centesimis partibus desicere; quis adfirmabit eum defectum oculo

posse dignosci, eodemque visionem illam non accurate distinctam reputari? Junctis sane in retina violaceis radiis, etsi ibidem tum accuratissime non colligantur coccinei, hi tamen tam propinqui inter se retinam ferient, ut pro accuratissime junctis saltem physice haberi possint, nulla adeo esse possit sensibilis differentia in claritate & distinctione visionis. 2. Mentis reflexione, judicio, vel anticipatione veluti compensari claritatis, & distinctionis defectum ex diversa radiorum refrangibilitate oriundum, quemadmodum ab eadem quoque causa magnitudinis, & distantie objecti visio & perceptio dependet, uti Opticis notum est, patetque ex iis, quæ cap. 33. dicta sunt.

Expositis hætenus quæ ad Nevvtoni doctrinam de colorum causis & natura spectant, nil ceterorum Philosophorum sententias Auctor noster moratur; quod fortasse vera jam demonstrata Clarissimi Viri sententia, reliquorum Philosophorum de coloribus hypotheses a veritate, quam una & simplex esse debet, quam maximum abludere necesse sit. Exque præterea hypotheses in communi errore consentiunt omnes, quod lucis modificatio varia, qua singuli colores exhiberi ponuntur, ei non sit ab origine insita, sed inter reflectendum, vel refringendum acquisita. Inter lucis radios nullum agnoscitur discrimen earum hypothesium Auctoribus, priusquam in corpus aliquod colorificum incidant, opinantibus tantum, quod pro varia istius corporis dispositione, variis modis ii reflectantur, & refringantur; & pro specie modificationis, quam sic acquirunt, varia deinde colorum phantasmata exhibeant. At cuncta hæc falsa esse satis superque evictum: nihilominus quo philosophica eruditione circa hoc potissimum Physicæ thema tironum nostrorum

care nitar. Est homo a natura duobus donatus oculis, in facie mediaque capitis altitudine positis, ut cerebro sint proximi: quilibet profunde in orbita jacet ossæ, accurate a Cl. Winslovio delineata (a), in qua tutus ab injuriis, a latere vel postice inferendis, hæret: aliquantum ex orbita prominet,

Tom. II.

D

(a) L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1721.

rum animus imbuatur, simulque intelligant experimentalis Newtonianæ Philosophiæ præstantiam præ aliis philosophandi rationibus, præsertim quæ vanis, & pro libitu fictis hypothesebus fulciuntur, operæ pretium me facturum duxi, si præcipuas saltem aliorum Philosophorum de colorum natura sententias hic explicitas subjicerem.

Aristoteles imprimis lib. de sensu & sensibili cap. 3. colorem definit τοῦ διαφανοῦς ἐν συντηρί ὁρίμασθαι περὶς, idest, extremitatem perspicui in corpore terminato. Contendit scilicet naturam illam perspicui, in cujus actione lucis naturam constituerat, non solum in aqua, aere, cælo, ceterisque pellucidis corporibus reperiri, sed & in quolibet opaco corpore inæqualiter, plus minusve, diffusam; eam in aere ceterisque pellucidis corporibus lucem efficere; in corporum vero variis superficiebus colores eorum varios. Lux itaque & color per Aristotelem eadem est perspicui natura reipsa & actu mota; hæc si in corpore fuerit interminata, & permeabili, lux proprie est; si vero a corporis superficie fuerit terminata, colorem constituet. Quid vero id est aliud, quam lucis radios in corporibus pellucidis nullum offendere obstaculum, a quo reflectantur; in opacorum præterea corporum superficiebus eosdem incidentes reflecti obstructum aditum, indeque ad oculos pervenientes colorum sensus excitare? Id sane tam vero congruum, quam quod maxime, ac solis exceptis Scholasticis, Philosophorum nemo abnuat; quæstionem tamen non solvit, cum explicandum adhuc sit, quid a corporum superficiebus et perspicuæ naturæ accedat, ut inde

varias colorum species referat. Adducta præterea Aristotelis definitio nec omnem complectitur coloris naturam; color enim plerumque videtur, ubi nulla talis datur extremitas, ut in Iride, & Prismate; in vitris vel liquoribus perspicuis aliquo colore leviter tinctis; in aqua marina, quæ viridis apparet; qui tamen color non extremitate vitri, aquæ, liquorumve, sed per totam eorum crassitiem generatur. Vide New. Lesson Optic pars 2. initio sect. prima.

Ad Peripateticos vero, vel potius Arabum Sæctatores Scholasticos quod spectat, quæ de coloribus ii tradidere, etsi vera forent, nil tamen ad propositum conferunt, quippe qui modum & causas quibus singuli colores generantur, ne vel hilum attingunt. Pro singulis rerum speciebus & qualitatibus, totidem formarum, vel entitatum species profertur; verum de particulari cujusvis formæ vel entitatis causa atque ratione, ob quam ab aliis discriminetur hanc quæquam differunt; atque adeo ea missa faciunt, quorum explicatio proprium videtur Physici officium, imo quæ sola mentem scientiæ naturalis avidam explere potest.

Cartesius cum lucis naturam constituisset in globulorum secundi elementi seriebus a corpore lucido reflecta quaquaversus impulsorum, colores inde repetit, quod isti globuli per refractionem alium circa aliquem sui axem acquirant motum; isque, ut varia est corporis refringentis, vel reflectentis conditio, sit quoque varius, magis scilicet vel minus celer, circa hunc vel circa illum axem; atque adeo quemadmodum lucis natura per directum globulorum motum,

net, atque a parte antica duabus retinetur, defenditurque palpebris.

§. 944. Supra Palpebram superiorem, ad infimam frontis par-

motum, vel potius directam eorum impulsionem explicatur Cartesio, ita colores omnium generum ex eorundem globulorum impulsionem simul cum vario motu circulari, Cartesio iudice, dependent. Si globuli celerius circa proprium axem, quam in rectam lineam, moveantur, rubrum colorem ab iis excitari contendit; flavum, si aequali celeritate circa seipsos & in directum ferantur; caeruleum, si celerius in lineam rectam, quam circa seipsos volvantur; eademque ratione ex varia circularis, rectique motus combinatione, intermedii colores omnes suam trahunt per Renatum originem, quemadmodum *cap. 8. de Meteoris num. VI, VII, & VIII* pluribus prosequitur Vir clarissimus. Verum plura sunt, quæ hanc sententiam pessumdant prorsus: celerior imprimis; vel remissior globorum motus circa proprium axem, ceteraque Renati pro coloribus assumpta, finguntur tantum, nulla solida ratione, experimentis nullis innixa; adeoque in vera Physica, quæ scilicet veras naturalium effectuum causas expiscatur, nullum locum obtinere possunt. 2. Id præterea omnem rationem præterceditur, quod quandoque globuli secundi elementi circa suos axes tanta pernecitate moveri ponantur, ut rectam luminis emissionem, quæ momentanea illi est, longe superet. 3. Illud tandem in hac sententia explicari omnino nequit, qui nempe fiat, ut tam diversos circularis motus gradus lucis radii obtineant per vitreum prisma trajecti, ut omnes pene colorum species in albo obice exhibeant, etsi ad primam prismatis superficiem æqualiter omnes incidant: multoque minus intelligitur, qui iidem radii per primum prismata refracti, & diversos jam referentes colores, sin-

gillatim deinceps alio prismate excepti, varios etiam colores, ut ante, non repræsentent, sed quisque suum constantissime retineat.

Petrus Gassendus, Boylius, Fabri, Borow, aliique Neotericorum Philosophorum plures in eadem de colorum natura sententia consentire videntur; quod videlicet ab ipsa luce hoc aut illo modo a corporum superficiebus modificata, majori minorique umbrarum copia intermixta, dependeant. Nulla quippe datur corporum superficies adeo exquisite polita, quæ quoad subtilem saltem illius contexturam particulis eminentibus ubique non sit asperata, quarum figuræ valde inter se sint differentes, & facieculas imbeant ad diversas partes respicientes: hinc fit, ut non omnes radii quotquot ad superficiem aliquam appellantur, ad oculum reflectantur, sed aliis alio digredientibus, ii tantum ad oculum repercutiantur, qui in illis facieculis incident, ex quibus ad oculum venientes angulum reflexionis, incidentiæ angulo æqualem faciunt; quamobrem a corporum superficiebus ad oculos non perveniunt radii, nisi nimium rarefacti, & umbellulis quibusdam permixti. In refractione item non omnes radii pellucidum corpus pertranseat, sed qui tantum in rectos eorum poros, veluti in tubulos incidunt; atque adeo qui inde ad oculos transmittuntur, rarefacti nimium sunt, umbellulisque intermixti. Ex ipsa vero luce variis modis densata, vel rarefacta umbris, ad oculos appulsa, colores omnes originem suam trahere laudatis Auctoribus ponuntur. At receptissimæ huic ante Newtonum sententiæ sequentiæ momenta opponimus. 1. Cum radii, qui refrangibilitate differunt, prismate fuerint separati, ut suum quisque colo-

partem, ponitur Supercilium; compositum ex plurimis, arcuatis, brevibus pilis, densissimis ad canthum majorem; rarioribus ad minorem; a cantho majori ad minorem decurrentibus, vix unquam deciduis, conicis, intus aliquousque cavis, medullæ plenis. Supercilium elevatur, de-

D 2

pri-

colorem referat, si singillatim altero prismatico excipiantur, perque id vel refracti transeant, vel etiam reflectantur, idem semper & immutatus singulorum perseverat color, qui ante: verum mutari is deberet, si colores nil aliud essent quam variae luminis modificationes a refractionibus, vel reflexionibus natæ; cur enim ea modificationum varietas per primum, non vero per secundum prisma induceretur? 2. Solis radius in tenebricosum cubiculum per exiguum foramen F (*Vid. fig. 6. Tab. Addis.*) immittatur, isque per prisma ABC primum transiens, & separatus, deinde per lentem PT aliquanto latiore, tandem ad lentis focum O convergat. Si hic charta ad perpendicularum luminis fuerit objecta, ut in situ DE, colores universi ad eam in O incidentes albi apparebunt. At si charta circa axem suum prismati parallelum convertatur, ut ad lumen valde fiat obliqua, quemadmodum in positionibus  $ed$ ,  $ed$ , jam idem lumen in uno casu flavum atque rubrum, in altero vero cæruleum videbitur. Hic sane una eademque luminis pars, in uno eodemque loco pro variis chartæ inclinationibus modo alba, modo flava aut rubra, modo demum cærulea apparet, dum interea chartæ superficies, luminis, & umbræ confinium, prismatis refractiones eadem semper manent (*Videffs Newtoni Optic. prop. 1. part. 2. l. 1.*)

Novam colorum theoriam excogitavit Cl. Mallebranchius, in monumentis Regiæ Paris. Acad. A. 1699. fusius deductam, eamque plurimum Neotericorum calculo probatam. Putat videlicet lucidum corpus concitatissimo suarum particularum motu materiam subtilem sibi circumfusam crebris vibrationibus impel-

lere, eaque magna vi elastica polente undulatorium motum ad instans temporis ad oculosque transmitti, indeque lucis sensum excitari, quemadmodum aer vibrationes a sonoro corpore excitatas ad aurium sensoria referens, sonorum sensus procreat. Sicut vero si unius chordæ vibrationes alterius vibrationibus fuerint æquediurnæ, idem ab utraque excitatur tonus, etsi magis strepens vel fortior sit ejus chordæ latiores vibrationes reddentis; ita quoque si ejus materiæ, quæ lucem excitat, æquediurnæ fuerint vibrationes, eadem semper procreabitur lux, etsi vividior in latioribus vibrationibus. Quemadmodum etiam chordarum non æquediurnas vibrationes reddentium diversi sunt toni, ita si unius corporis lucidi vibrationes breviori absolvantur tempore præ alterius vibrationibus, diversæ lucis species tum excitabuntur, seu diversi colores. Hinc vero corporum proficiuntur varii colores, quod cum superficies habeant varia ratione contextas, non uno omnes modo lucem reperiunt, sed nunc latiores, nunc minus latas, modo frequentiores, modo minus frequentes vibrationes reddentem; ab his vero vibrationum diversis speciebus omnem colorum varietatem Cl. Vir mutuatur. At omisissis ceteris, id unum explicatum vellem, cur scilicet radiis per primum prisma in colores separatis, eorum præterea nullus novi prismatis refractione in alios item colores dispesci valeat? Cur tot vibrationum species lucis radius a primo prismate inducantur, ut inde ea colorum varietas oriatur; iidem vero paribus, nulla vibrationum diversitas singulis separatis radiis per novum prisma accedat.

primitur, adducitur ad nasum, explicatur, corrugatur a fibris muscularibus frontalibus (a), tum ab iis, qui pin- nas nasi elevant. Irretiuntur in his pilis pulveres, sordes, sudor; quæ a fronte delabentia, in oculos ceteroquin inci- derent visumque turbarent: depressi quoque pili lucem a parte superiori copiosiore allapsam aliquantum sistunt.

§. 945. Palpebræ sunt bina oculi anteriora munimenta membranacea, quorum unum superius, alterum inferius est: uti ad se accedendo, oculum claudunt, ita receden- do eum detegunt. Sunt exiguæ crassitie, ut quodammo- do pelluceant, nihilominus constant ex Epidermide, Cu- te, Membrana cellulosa, Musculo, & Membrana politis- sima interiori, admodum vasculosa, pertusaque plurimis osculis ductuum excretoriorum, ex glandulis originem du- centibus. Limbi palpebrarum cartilaginei, glaberrimi sunt, perforati ductibus (b), ceraceam materiam exstillantibus, ne ab Aere exsiccentur, nec lacrymæ transcendant, nec palpebræ concrecant. Palpebra superior elevatur a muscu- lo attollente (c), deprimitur a deprimente. Inferior quo- que palpebra donatur musculo attollente (d), & deprimen- te (e). Impediunt non modo palpebræ, ne oculos ab ex- ternis injuriis lædatur, sed quoque sua apertura Lucis co- piam moderantur, ne hæc tenerrimam destruat retinam, cum objecta admodum illuminata videmus: insuper perpe- tuo sordes, cum nictitamus, abluunt humectantque cor- neam, ut pellucida maneat.

§. 946. Ad marginem extremum & externum palpebra- rum datur series pilorum, qui vocantur *Cilia*, recta fere extrinsecus exstantia, in palpebra superiori incurvata sur- sum, deorsum in inferiori, ne lucis introitum impediant: sunt simillimæ fabricæ ac supercilia: oculum adversus ex- ternas sordes & animalia defendunt.

§. 947. Ad Canthum oculi majorem, in margine inte- riori utriusque palpebræ, conspicitur foraminulum, me- dium quasi in prominenti papilla, *Punctum Lacrymale* ap- pellatum: utrumque est orificium canalıs, nasum versus decurrentis, prope quem uterque conjunctus saccus lacry- malem format, per canalem se in naribus exonerantem (f). Attractione hæc puncta in se lacrymas absorbent,

pari

(a) *Eust. Tab. 41. Fig. 1.* (b) *Bartholini Anat. Lib. 3. Tab. 10. Fig. 5.* (c) *Verheyen Tab. 27. Fig. 1. & 2.* (d) *Eustach. Tab. 41. Fig. 1.* (e) *Verheyen Tab. 27. Fig. 1.* (f) *Drake Antrop. Tab. 17. Fig. 6.*

pari modo ac Aqua attrahitur in tubos capillares cumque hic apparatus Siphoni capillari inæqualium crurum sit similis, lacrymæ a punctis attractæ pari modo ex crure longiori in naribus hærente effluent.

§. 948. Ad Canthum majorem *Caruncula* est *Lacrymalis*, rubra, scabra, spongiosa, inter utramque palpebram, impediens ne hic primo claudantur palpebræ, resistens lacrymis huc determinatis, ut illæ a punctis lacrymalibus facilius absorbeantur.

§. 949. *Glandula magna* posita inter Oculi bulbum & palpebram superiorem, in copiosa pinguedine, a cantho minori ad majorem exporrigitur, emittitque ductus oblique inter pinguedinem & membranam internam palpebræ decurrentes (a), ex quibus perpetuo effunditur liquor, qui *Lacryma* appellatur, destinata irrigandæ, abluendæque Corneæ.

§. 950. Ex nonnullis tunicis Oculi bulbus componitur, quarum prima *Adnata*, constituit quodcunque extrinsecus in Oculo, apertis palpebris, album apparet. Est membranacea, tenuissima, nervea, candida, obducta oculo ante-

riori, & corneæ quantitate  $\frac{1}{3}$  vel  $\frac{1}{2}$  vel unius lineæ: hæc

non ingreditur orbitam ossæam, sed se quaquaversum explicando bulbum annectit periorio, eumque retinet, ne ex orbita excidat, inde flexa retrorsum, internam superficiem palpebræ constituit.

§. 951. Oculus undique in copiosissima pinguedine sepultus jacet, cui molliter insidet. Hac Musculi ejus perpetuo illiniuntur, lubricantur, ut prompti sint ad omnes motus exercendos. Hi motus ope quatuor Musculorum Rectorum, & duorum obliquorum peraguntur, optime descriptorum ab Eustachio (b), & Winslovio (c), & oculum secundum quamcunque directionem moventium, immo & ex orbita aliquantum extrahentium, nervos a pari Motorio, Pathetico, Quinto & Sexto pari, & ab Inter-costali recipientium (d).

§. 952. Bulbus oculi globus foret perfectus, nisi a parte anteriori, ubi cornea est, plus protuberaret, & a parte posteriori adhæreret Nervo optico. Adulti hominis oculus a Cornea ad nervum Opticum est longitudine 11

$\frac{1}{3}$  linearum poll. Paris.

D<sup>o</sup> 3

§. 953.

(a) Verheyen Tab. 27. Fig. 1. & 2. (b) Tab. 29. Fig. 2. 3. 4. 5. (c) L. Hist. de l' Acad. Roy. A. 1721. (d) L. Hist. de l' Acad. Roy. A. 1726

§. 953. Extima membrana, toto bulbo oculi obducta, oritur a dura matre in Cerebro, quæ nervum Opticum, per foramen in orbitam osseam intransentem, involvit: ad oculum perveniens in sphaeram explicatur: cum ad anteriora perrexit, gracilescit, flexibilior fit, minus coriacea, pellucet, magisque protuberat. Quamdiu opaca est, vocatur *Tunica Sclerotica*; ubi pellucet anterius, *Cornea*. Componitur ex plurimis lamellis sibi impositis. Est Sclerotica minus crassa sub Musculis rectis, quam in reliqua oculi parte. Cornea est segmentum sphaeræ, cujus diameter est plerumque 7, vel  $7\frac{1}{4}$ , vel  $7\frac{1}{2}$  linearum: ejus chorda est vel 5,  $5\frac{1}{4}$ ,  $5\frac{1}{2}$  linearum: crassities membranæ

est plerumque  $\frac{2}{12}$  vel  $\frac{3}{12}$  lineæ (a), notante Cl. Petito: pertusa est ab externa parte vasculis humorem fundentibus, secundum Stenonem, & Winslovium; ex his in agonizantibus relaxatis sphincteribus liquor viscidus crassus effluit.

§. 954. Sub priori jacet secunda membrana, orta in cerebro a Pia matre, nervum cingens Opticum, & deinde oculi bulbum; duplex est, extima contigua Scleroticæ usque ad Corneam, ubi eam deferens, in planam membranam abit, quæ quamdiu adhæret Scleroticæ, appellatur *Chorooides* vel *Uvæa*, ubi a Cornea distat, vocatur *Iris*. Interior membrana est *Ruyfchiana*, quæ prope Iridem introrsum reflexa, obducit humorem Vitreum, & Crystallinum. Iris perfecte rotunda est rotundo foramine pertusa, quod vocatur *Pupilla*, hæc non accurate est in media Iride, sed propior Naso. Est Iris tincta variis coloribus, componiturque ex fibris Muscularibus, ab ambitu externo ad centrum tendentibus, & in limbo orbiculari terminatis. Limbus hic instruitur quoque fibris muscularibus instar sphincteris, figuram pupillæ determinantibus: hæc cum prioribus, & insuper membranis exilibus pellucidis connectuntur: Musculi longitudinales pupillam dilatant, quam orbiculares coarctant, adeo ut pupilla videatur dilatabilis, imprimis in infantibus, minus in senibus; quod factum, ut plurimum lucis, ab objectis emissæ, accipere-mus, aut ne a nimia luce excæcaremur; adeoque modera-mur

( a ) L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1728.



mur aperturam, prout id distincta visio postulat. Est pupilla instar canalis conici truncati, cujus basis spectat interiora oculi, ab hac enim parte fere triplo amplior est parte exteriori, ut plus lucis per eam transmitti ad Crystallinam Lentem possit. In vasculis Iridis præparatur liquor, in cameram anteriorem Oculi effundendus.

§. 955. Tunica Ruyschiana, humori vitreo obducta, fibrillis instruitur muscularibus, quæ vocantur *Processus Ciliares*, quorum fixum principium est undequaque in Uvea, suntque arcuati, quia anteriori parte humor vitreus protuberat: instar radiorum huic insident, Crystallinum versus decurrentes; sunt quidem hæ fibrillæ rariores, quam in Iride, verum crassiores. Iridis postica pars, ut & *Processus Ciliares*, aterrimo illiti sunt pigmento, lucem obliquius in oculum ingressam, suffocante. *Processus Ciliares* se contrahentes, ex arcuatis fiunt magis recti, comprimunt humorem vitreum, quem ad posteriorem oculi partem pellunt, inde ob resistentiam pellitur antrorsus, medium versus, Lentemque crystallinam antrorsum movet.

§. 956. Ut ingressus Nervi Optici in Oculum intelligatur, singe Oculum intueri objectum, in pari ab horizonte secum altitudine directe sibi obversum: tum planum horizontale transire per medium Iridis; & planum perpendiculare ad horizontem quoque per medium Iridis: Nervus Opticus posticam bulbi partem ingreditur paulum infra planum horizontale, & in loco fere intermedio admodum oblique: idcirco axis opticus, qui est linea perpendicularis in Corneam, transiens per centrum oculi, non cadit in Nervum Opticum, sed inter eum & partem oculi exteriorem. Nervus Opticus oculum ingressus, expanditur sub humore vitreo quaquaversum spherice, adhærendo tunicæ Ruyschianæ, acquiritque formam tenuissimæ membranæ, villosæ, excurrentis usque ad recessionem tunicæ Ruyschianæ ab Uvea. Vocatur Nervi expansio *Retina*, quæ tenuissima est, mollis, tenerrimi instar muci. Est Nervus Opticus, notante Eustachio (a), & Ruyschio (b), in medio perforatus, veluti Malpighius in pisce Imperatore quoque observavit. Ubi incipit explicari, Arterias majores & vasa Lymphatica possidet. Est Nervus Opticus albi coloris, velut Cerebrum, cujus est propago:

D 4

Reti-

(a) Tab. 40. Fig. 1. 2. 3.

(b) In Epist. Tab. 5. Fig. 4.

Retina tamen non adeo candida observatur, quia immergitur muco aterrimo, ad superficiem tunicae Ruyschianæ hærenti: hinc est hæc membrana penitus nigra in Infantibus, minus nigrescit circa annum vigesimum, grysei coloris est circa annum trigesimum, & in summa senectute fere albescit.

Sunt hæc involucra Oculi; nunc ad intus contenta pergamus.

§. 957. Inter Corneam & Iridem cavitas est, quæ *Camera anterior* vocatur: inter Iridem & Lentem Crystallinam altera est cavitas, *Camera posterior* dicta, communicans ope pupillæ cum priori. Camera anterior est maxima, posterior minima. Anterior secundum Cl. Petitum (a) est linearum Cubicarum 11, 542. posterior 7, 554. Capacitas ambarum ultra 19 lineas Cubicas, quæ capere possunt grana 4, 08. humoris Aquei. Est distantia inter superficiem

corneæ internam & Lentem Crystallinam  $1 \frac{1}{4}$  lin: addita crassitie Corneæ, distat superficies externa a Lente  $1 \frac{5}{12}$  lineæ. Altitudo cameræ anterioris, sive distantia a Cornea ad Iridem, plerumque est  $\frac{2}{3}$  vel 1 lineæ. Altitudo Cameræ posterioris  $\frac{1}{6}$  vel  $\frac{1}{8}$  lin: Implentur ambæ

Cameræ eodem liquore, qui vocatur *Aqueus*, estque tenuis, pellucidissimus, subsalsus, inodorus; perpetuo renovatus & resorptus; minus tenuis & pellucidus est in senibus, lucem, ut aqua vulgaris, refringit.

§. 958. Sequitur *Lens Crystallina*, ita posita in medio Oculo, ut axis pupillæ cum ejus axe jaceat in eadem recta: si longitudinem Oculi consideres, non hæret in medio, sed propius Corneæ. Est corpusculum mediocriter firmum, in ambitu rotundum, utrimque sphaericum convexum, Lentis Microscopicæ instar: Anterior superficies minus convexa est posteriori illa est portio sphaeræ, in plurimis oculis diversæ, cujus diameter est a 6 ad 12 lineas, frequentissime  $7 \frac{1}{4}$  vel 8 linearum: posterior superficies est segmentum sphaeræ, cujus diameter est 5 linearum, raro

( a ) L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1728.

raro  $5 \frac{1}{2}$ , Chorda lentis plerumque est  $4 \frac{1}{2}$  vel  $4 \frac{1}{2}$  linearum, crassities 2 linearum. Ex plurimis lamellis, vasculosis, sphaericis, arctissime unitis componitur Lens, hæc ad modum pellucet: usque ad ætatem 20 aut 30 annorum est absque colore, a quo tempore incipit tingi leviter colore flavo, qui successu temporis intenditur, donec anno 80 instar succini flavescat. Durities etiam mutatur, mollior enim est usque ad annum 25, indurescit usque ad 60 annum; mollior est ab exterioribus superficiebus, durior in medio: ætate etiam ejus convexitas minuitur. Lens inclusa est capsulæ membranaceæ, quæ a parte postica cum membrana coercente humorem vitreum, concrevit: concretio hæc usque ad limbum circularem extremum pergit. Capsula hæc ab anteriori parte formatur a tunica Arachnoidea, oriunda ab uvea. Dicitur hæerere Lens ab omni parte soluta in hac capsula, cui infunditur humor viscidus, Lentem irrigans & nutriens (a), nisi forte tenuissima vascula ex capsula in eam transierint, veluti injectiones artificiosæ Hovii, aliorumque Anatomicorum probare videntur. Hæc lens lucem amplius, quam aqua refringit; cum enim aqua lucem sub angulo  $16^{\circ} 50'$  refringebat, in Lente bovina angulus formabatur  $24^{\circ} 10'$  notante Hauksbejo. Robinsonus hujus pondus specificum ad Aquam, uti 10 ad 9 deprehendit.

§. 99. Lens sua parte posteriori insidit *Humori Vitreo*, quæ est massa Humore Aqueo densior, Crystallino mollior, pellucidissima, flexilis, implens partem oculi posteriorem, Lentem & Humorem Aqueum sua copia superans: antèrius coercetur a Choroide, & processibus ciliaribus: plurimorum vasculorum, suis membranis inhærentium, compages esse videtur. Hauksbejus vim hujus refringentem eandem ut in aqua observavit, & pondus specificum cum aqua fere convenire notavit Robinsonus (b).

§. 960. Nervi Optici a summa regione substantiæ medullaris Cerebri, sub corporibus striatis, oriuntur, inde tendunt deorsum, & sub infundibulo accurate uniuntur; tamque lamellæ, oriundæ a latere dextro Cerebri, transeunt inter alias, quarum origo a latere sinistro Cerebri, atque cum his conjunctæ nervum formant, tendentem ad oculum sinistram: ita quoque ex parte sinistra Cerebri oritur.

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A.* 1730. (b) *Helsham Lectures*.

transeunt ad nervum dextrum, atque permixtae cum hujus fibrillis tendunt ad Oculum dextrum: dein ambo nervi a se secedunt, ingrediuntur foramina, quae fundo orbitarum sunt insculpta, perveniunt ad oculi bulbum, in quo explicantur, constituentes Retinam.

## C A P. XXXIII.

*De Lucis transitu per Oculi humores, & de Visione.*

§. 961. **R** Adii Lucis ex quocunque puncto objecti lucentis vel illuminati emissi, atque illapsi in album oculi, reperiuntur, nec in oculum se penetrant. Qui autem in Corneam incidunt, hoc modo pergunt. Sit objectum ABC, (Tab. 5. Fig. 1.) a puncto B radii Bd, BF, BD, BE, Ba, egrediuntur, quorum BD, illapsus perpendiculariter in Corneam sphaerico convexam, pellucidam, recta ad H per humorem aqueum absque refractione transit: BE oblique in Corneam illapsus, refringitur accedendo ad perpendicularum Pp, secundum proportionem radiorum ex Aere in Aquam incidentium & refractorum, §. 878. & per humorem aqueum, ac pupillam usque ad G transit: pari modo radius BF transit ad I. In hac refractione radii redduntur minus divergentes, quo fit, ut plures per pupillam transmitti queant. Ba & Bd a cornea refracti incidunt in Iridem, a qua reperiuntur, exeuntque ex oculo: talium ope alterius oculi Iridem, ejusque colores conspiciamus.

§. 962. Quia pupilla angusta est, per eam radii multum divergentes non transibunt; quod factum, quia hi, etiam si refracti, cum aliis in puncto supra retinam non concurrissent.

Eadem quoque in radiis a punctis objecti C & A, ac a quibuslibet intermediis, emissis locum habent.

§. 963. Si objectum, ΠΣ, (Tab. 5. Fig. 1.) sit oculo proximum, radii ejus admodum obliqui, postquam per pupillam transiverunt, uti ΠK & Σm, incidunt in aterrimum pigmentum, inter Iridem & vitreum ad K & m, a quo suffocantur; ne, si per humorem vitreum supra retinam transirent, visum turbarent, cum nequaquam supra retinam coire in puncto possent.

§. 964. Quo cornea est planior, eo radii in eam illapsi minus refringuntur, minus proinde ad pupillam diriguntur, paucioresque transeunt: qui transeunt, postea a reliquis humoribus oculi minus cogi possunt in puncta distincta supra retinam. In senibus oculi marcescunt, planiores sunt; unde liquet, cur hi nec adeo clare, nec tam distincte objecta videant. Contra, quo Cornea est gibbior, eo radii ab ipsa plus refringuntur, plures transibunt; ita est plerumque Cornea Myopum, qui proinde clarius vident objecta, sed tantum propinqua, quorum radii valde divergentes, multum sunt refringendi, ut supra retinam coire possint.

§. 965. Quo pupilla est amplior, eo plures magisque divergentes radii ab uno puncto emissi transibunt; quo angustior, eo pauciores hæc radios transmittet: dilatari vero & coarctari pupilla ope musculorum Iridis potest; idque requirebatur, quia, ut objecta clare & distincte videamus, desideratur lucis determinata copia, quæ nec retinam nimis, nec levius commoveat: proinde, contrahendo, vel ampliando pupillam, lucis copiam moderamur.

§. 966. Radii non multum oblique per pupillam transmissi, incidunt in Lentem Crystallinam, densiorem humore Aqueo. Quamvis radius  $DH$  (*Tab. 5. Fig. 1.*) in eam recta inciderit, atque ita absque refractione transeat, alii tamen radii oblique illapsi retringentur, accedendo ad perpendiculum, secundum proportionem radiorum ex Aqua in vitrum ingredientium; qua refractione radii iterum minus quam ante divergent, vel fient paralleli, aut convergentes, veluti  $EG$  tendit ad  $GL$ , &  $FI$  ad  $IN$ .

§. 967. Quo superficies anterior  $GHI$  lentis est gibbior, quo lens solidior, eo radii magis ab ipsa refringuntur: Quo hæc superficies lentis fuerit planior, aut ipsa lens rarior, eo minor fiet refractione. Videntur Myopes donati lente admodum refringente, ideo enim tantum objecta propinqua oculo, e quibus radii valde divergentes exeunt, ab iis conspici possunt. Contra senes plerique tantum vident objecta remotiora, e quibus radii paralleli emittuntur, parum refringendi, ad quod lens planior requiritur; solidior enim semper hæc est in senibus.

§. 968. Ita radii ad Humorem vitreum, Lente Crystallina parum rariorem, pervenerunt: Radius  $HM$  (*Tab. 5. Fig. 1.*) perpendicularis ad punctum  $M$ , absque refractione  
in

in MO transit. Hic in toto decursu suo per tres oculi humores nullibi refractus *Axis Opticus* vocari solet: sed GL oblique exiturus ex Lentis superficie, refringitur recedendo a perpendiculari L T, ferturque via LO: pari modo IN pergit in NO. Adeoque radii hac refractione magis convergentes redduntur, & quo posterior Lentis superficies fuerit gibbosior, eo radii plus refracti, etiam plus convergent: quo planior superficies Lentis, eo minus convergent. Hoc modo lucis radii, qui ab aliquo objecti puncto B emissi erant, iterum in puncto O supra Oculi retinam coeunt: nec aliter radii ab objecti punctis A & C reperiuntur, in punctis retinæ X & Y coibunt.

§. 969. Proinde supra retinam objecti ABC (*Tab. 5. Fig. 1.*) imago in XOY, inverse pingetur; eodem modo ac in camera obscura, exiguo donata foramine, Lentem convexam capiente, supra tabulam objectorum externorum imagines pinguntur (1).

§. 970.

(1) Liqueat ergo expositarum trium refractionum per oculi humores usum non alium esse, quam ut omnes radii, conii instar, ab illuminato objecti puncto corneam subeuntes, magis magisque ad se accedant, actandem in oculi fundo coeant, idem omnes retinæ punctum ferientes. Quod cum de singulis illuminati objecti punctis obtineat, hoc visionis principium statui jure poterit: *Unumquodque corporis illuminati punctum, unum fere oculi fundi punctum afficere*; & contra: *unumquodque oculi fundi punctum omnes fere radios ex uno objecti puncto profectos excipere*. Id cum accurate fit, perfecta & clara erit visio; tum enim illius objecti imago accurate in oculi fundo depingitur, qua sola anima ad ejusdem objecti sensum excitatur: infirma contra & obscura est visio, si radii in ipso vitreo humore coeant, atque inde decussati ad retinam accesserint; vel si in eam impingant nondum juncti, jungendi vero ultra oculi fundum, si producerentur; ita enim idem objecti punctum pluribus retinæ punctis respon-

det, atque adeo confusa admodum ejus fit imago. Adductum Auctori exemplum de camera obscura idem mire confirmat; certa quippe esse debet distantia lentis ab opposita tabula, ut externorum objectorum imagines accurate in ea valeant depingi; ea nempe distantia, quæ lentis a suo foco intervallum æquet, quam ultra citraque confusa semper deprehendetur imago.

Est vero retina mollis admodum & pellucida substantia, in qua proinde visi objecti imago non sistitur, sed coroidem duriusculam & opacam membranam appellere illam oportet: hinc præclaris Philosophis valde agitata est quæstio, quænam harum membranarum præcipuum sit visus organum & sensorium: quod enim communiter Veteres, Halazeno & Vitellione exceptis, præcipuum visus organum in humore crystallino, humoremque vitreum veluti bracteam imaginem rei objectæ terminantem, constituerint, id tam a vero abludit, quam quod maxime. At id in hac quæstione firmiter raturumque esse debet, nec coroidem

§. 970. Fibrillæ nervæ Retinæ a radiis concutiuntur : qui motus, sive continuatus, sive ope Spirituum Animalium, ad extremitatem nervorum alteram in cerebro, ubi Sensorium commune, deferitur (1). Hoc motu cum Mente communicato, objectorum externorum ideæ excitantur: id *Videre* est.

§. 971. Objectorum externorum imago distincte supra retinæ exiguam portionem, circa axem opticum pingitur; sed confuse in locis ab hoc axe remotioribus: ideo parvam objecti portionem tantummodo uno intuitu distincte videre possumus, dum reliquam confuse & obscure cernimus.

§. 972.

roidei scil. sine retina ad visionem satis esse, nec retinam solum ad claram sensibilemque rei objectæ imaginem sufficere, utraque ad id opus esse; ut nec bractea sola, aut stamnum quo solet posterius obducitur speculum, objectæ rei imaginem exprimit; & deficiente bractea, aut stamno, nec eadem sensibilis fit per solum vitrum imago. Nihilominus cum retinæ substantia sit ipsius nervi Optici pars medullaris ad cerebrum usque & commune sensorium producta, ejusdemque sit cum cerebro naturæ; coroides vero simplex sit ejus integumentum a pia meningē productum, similis vero est ad sensum magis præ coroidē pertinere retinam, ipsamque adeo potissimum visus sensorium appellari posse.

(1) Non enim, ut vulgo creditur, oculus est qui videt, aut manus quæ tangit. quasi vid. in ipso oculo, vel manu visus vel tactus sensus perficeretur: cui enim bono facti a natura essent nervi optici, aut qui a manu aliave corporis parte ad cerebrum usque producerentur? Horum sane nervorum medio, qui in externis sensuum organo motus excitantur, ad cerebrum usque deducuntur, ac tum modo externorum objectorum sensus animam percellit. Hinc si circumductis funiculis brachium valide constringatur, nullus in partibus infra ligaturam positus

excitatur sensus, nec earum medio dura sint vel mollia, aspera vel lævigata, quæ tanguntur corpora, deprehendi potest; quod scilicet excitatus iis in partibus motus ad cerebrum usque non deferatur. Similiter, disrupsa spina dorsi, homo iis in partibus corporis, quæ filamenta nervorum continent ab interioris spinalis medullæ abscissa parte erumpentia, nil tactu sentit; quod scil. excitatus in iisdem ab externis objectis motus ad cerebrum usque nequeat transferri. Liqueat igitur cerebrum esse veluti interiorē ac communem sensum, cum in eo omnes externarum rerum impressiones tandem excipiantur & desinant, esseque adeo præcipuam animi sedem; sensus vero exteriores esse quasdam veluti vias ad oculos, ad aures, ad nares &c. ab ipsa animi sede perforatas. Qua autem ratione fiat ut ejusmodi motibus ad cerebrum tandem deductis, hæc vel illa perceptio in inente respondeat, nonnisi absurdis, vanisque commentis declaratum Philosophis est, quæ non sunt hujus loci; tum investigatu difficillimum id est, atque ob inadæquatas & obscuras, quas corporis & animi ideæ habemus, cognitionis nostræ limites facile prætergreditur; quamobrem satius est nil prorsus de eo sentire, quam falsa, & absurda sentire.

§. 972. Si objectum in ea absit ab oculo distantia, ut radii lucis, qui e singulis objecti punctis sunt emissi, refractionibus in totidem punctis supra retinam coeant, manet Lens CrySTALLINA in suo loco in oculo: Si autem objectum oculo propius admoveatur, radii ab eo emissi, magisque divergentes, & æque ac ante refracti, non supra retinam, sed post coirent; quamobrem ope processuum Ciliarium se contrahentium Lens removetur a retina, ut radii supra eam coeant.

§. 973. Si objectum procul abest ab oculo, radii parum divergentes in hunc illapsi, refractique æque ac ante, coirent, antequam pervenirent ad retinam, tum relaxatis processibus Ciliaribus, Lens CrySTALLINA ad retinam accedit, ita ut supra hanc pingatur objecti imago.

§. 974. An vero Lens CrySTALLINA, se contrahentibus processibus Ciliaribus, quibus ad Corneam adducitur, non simul sit planior, propter compressionem sacculi, in quo hæret? etiamsi propter duritiem mutationi resisteret, nihilominus mucus, ipsam obducens, a partibus anterioribus H & M (Tab. 5. Fig. 1.) versus processus Ciliares premetur, ubi cavitas in sacculo ab horum contractione formatur, atque ita idem fit, ac si Lens applanata utrimque fuisset. Si mutabilis fuerit Lens, durior, solidiorque a compressione evadet. Contra relaxatis processibus Ciliaribus, relaxabitur quoque Lens, rarior evadet, sed simul gibbior, tam ob propriam figuram, quam ob mucum a processibus redeuntem, quod in visione usum suum habet (1).

§. 975.

(1) Ut clarius intelligantur, quæ ad memoratas §. 972., 973. 974. oculi mutationes pertinent, superius relatum de camera obscura exemplum valde opportunum est, in qua sequentia spectanda veniunt. Et imprimis, ut jam supra observatum est, tum demum in illa distincte rerum externarum depinguntur imagines, cum tabula eas excipiens præcise ibi fuerit, ubi lucis radii a singulis objecti punctis profecti, & per lentem refracti, tandem coeunt: ultra citraque hanc distantiam confusa est imago. Quin & in hac ipsa distantia imaginis extrema minus distincte conspiciuntur, quam ejusdem pars media; quod scilicet cum

non eadem ubique sit tabulæ a lente distantia, in illius imaginis media tantum parte, non vero extremis præcise radii uniantur. 2. Si tabula ad lentem propius admoveatur, manente priori objecti distantia, ejus imaginem contrahi ac perturbari observabitur, eandemque contra explicari, tum etiam perturbari, cum longius a lente tabula removetur. 3. Si tabula & lente certo intervallo ab invicem remotis, objecti in certa distantia positi imago distincte depingatur, tabulam ad lentem propius admovi oportet, ut ejusdem objecti in majori distantia positi imago quoque distincta exprimatur. Tabulam

con-



## §. 975. Omnis mutatio, quæ in oculo contingit, sive in am-

contra a lente removeri oportet, si prior objecti distantia minor evaserit, ut distincta ejusdem fiat in tabula imago.

Quemadmodum igitur in ejusmodi machina naturalis oculi æmula omnium objectorum ad quaecumque distantiam positorum distincta haberi nequit imago, nisi variata distantia lentem inter & tabulam; ita in nostro naturali oculo omnino aliqua fieri debet mutatio, ut plurimum objectorum varie ab eo distantium clara depingatur in retina imago, sicque eorundem fiat perceptio. Finge enim immutabilem oculum; ejusque partes omnes invariabiles, nonnullorum modo objectorum certo intervallo ab oculo distantium, depingerentur in retina imagines, eorumque tantum fieret sensus, quod experientie refragatur.

In ea vero oculi mutatione, de qua noster Auctor, a relaxatis scilicet vel contractis processibus ciliaribus pendente, non modo lens crystallina ad retinam vel propius accedit, vel ab ea longius removetur, ut distinctæ objecti imagini congruum est; sed cum & integer oculus in eadem mutatione vel planior & brevior fiat, agentibus scilicet & contractis quatuor musculis rectis; vel exporrectior, intumescitibus duobus obliquis musculis; ipsam quoque tunicam corneam vel complanari & majoris sphaeræ portionem evadere, vel e contrario auctiorem & minoris sphaeræ partem fieri oportet; ipsumque adeo humorem aqueum modo planiorem factum, modo gibbosiorum, radios nunc minus refringere, nunc magis, & ad se invicem propiores reddere. Sed & alia hic etiam memoranda est oculi mutatio ab uvæ foramine pendens; hæc quippe cum fibris constet musculosis radiorum instar, valdeque mobilis sit & fluxilis, utpote humori aqueo

innatans, pupillæ dilatationi, vel constrictioni inducendæ aptissima est, atque adeo ad ipsam retinam humori crystallino propiorem vel remotiorem reddendam etiam valet. Atque his certe oculorum mutationibus, quæ ipsa natura, nobis nec cogitantibus sunt, id obtinetur ut in diversis distantis collocata objecta videre possimus, idemque illis præstatur, quod in camera obscura, vel oculo artificiali tabulam lenti modo remotiorem modo propiorem efficiendo.

Verum hæc eorum oculis congruunt, qui iisdem bene valent, resque omnes cum proximis, tum remotas distincte intuentur. At occurrunt plerumque oculorum vitia quædam, quibus quominus quæque objecta distincte videri possint, præpeditur. Sunt quippe imprimis, qui res cominus positas distincte vident, eminus vero confuse, *Myopes* communiter dicti: sunt contra, qui eminus distincte, cominus vero confuse intuentur, quos *Presbypes* vel *Presbytas* vocant. Illis ergo proximorum modo objectorum, ipsis remotorum tantum imagines distincte in retina pinguntur. Sed cum ipsa humorum substantia in utrisque clara, nulloque adfecta vitio reperiat, utrumque id incommodum ab ipsa humorum figura potissimum mutandum est.

Quod ut clarius innotescat, observandum myopes, ut distincte objecta paullulum remota intueantur, propius ea oculis admove, & caque ratione lucis radios a singulis eorum punctis provenientes, magis divarigatos excipere; quod etiam consequuntur, cum ad remota objecta videntia perspicillibus utuntur concavis, quibus radios divarigandi est virtus. Cum ergo nimium divergentes in myopum oculis perveniant radii necesse sit, quo distincta & clara illorum sit visio, ejusmodi esse debet

amplificatione aut arctatione pupillæ, sive in figura lentis, sive in ejus adductione aut remotione a retina, suis limitibus, latioribus vel angustioribus in diversis oculis adstringitur, qui limites pendent partim ab oculorum fabrica, flexibilitate, annis, partim ab exercitio: idcirco omnes non æque distincte objecta sive proxima sive remotissima

in illis humorum figura, quæ radios nimis cito colligat, & antequam ad oculi fundum perveniant, ubi præcise colligi debent. Quamobrem vel humor crystallinus, quod præcipuum est, refractionis instrumentum, justo globosior densiorve est; vel æquo major humoris vitrei copia, majorque adeo humoris crystallini a retina distantia; vel demum corneæ nimia convexitas, vel non iusta aquei humoris densitas: his quippe de causis, vel singillatim, vel simul agentibus, fieri potest, ut in ipso vitreo humore radii colligantur, indeque decussati, & ab invicem divergentes retinam feriant.

In Presbytis cum contrarii occurrant effectus, contrariæ esse debent causæ: neque enim hi oculis admoveant objecta, quæ distincte videre volunt, sed contra ab oculis removeant; tum conspiciunt utuntur convexis, quorum vis est radios colligere. Presbytas ergo oportet minus divarigatos excipere radios ad distincte videndum; atque adeo eorum oculos ejusmodi esse, qui radios nondum junctos in retina excipiant, jungendos si ulterius producerentur. Quamobrem vel eorum humor crystallinus non tam gibbosus est quam oporteret; vel non iusta humoris vitrei copia, ipseque humor crystallinus nimium retinæ propinquus; vel demum ipsius corneæ exigua est convexitas: his quippe de causis fit, ut radii per humores refracti non tam ad invicem accedant, quam necesse foret, ut præcise ad retinam junganter.

Sed & alia occurrere possunt in oculorum organis vitia, quæ vel

perfectæ visioni obsunt, vel eam e medio tollunt; eaque hic breviter recensere haud abs re fuerit. 1. Si pupilla morboſa affectione nimis patens evaserit, nec fibrarum iridis ope constringi valeat, radios interdiu vel in luce vegeta, plures quam oportet, admittit, iisdemque ad oculi fundum incidentibus, visionem interturbare necesse est. Verum ad vesperascente, quum tot radii dilatati fatiſ pupillam subire possint, quot ad visionis opus sufficiunt, videri tum externa objecta poterunt; hinc qui hoc morbo laborant *νυκτάλατοι* dicuntur, quod scilicet adventante nocte, melius videant, quam plena diei luce. Vice versa si pupilla nimium fuerit angusta, nec fibrarum iridis medio dilatabilis, contrarius tum oriatur visionis morbus; defectu scilicet sufficientium radiorum, qui ad retinam perungere deberent, confusæ minusque sensibiles, præsertim in tenui luce, dæpingentur imagines, unde confusæ externorum objectorum perceptio sequitur.

2. Alterum visionis vitium est, si ligamenti ciliaris fibræ, minus quam oportet, contrahi vel produci valeant, sicque ineptæ sint ad humorem crystallinum modo globosiores, modo planiores reddendum; id enim ad claram distinctamque cum propinquarum, tum remotarum rerum visionem necessarium omnino esse jam vidimus.

3. Membranzæ item variis modis visionem lædere possunt. Cornæ imprimis nimium complanata radios ab oculi lateribus venientes versus pupillam non flectit. Choroides si nigro colore confersa haud fuerit, radios

tissima vident; immo interdum in eodem homine amborum oculorum mobilitas diversis limitibus adstringitur.

Tom. II.

E

§. 976.

radios intra oculum ingredientibus pluries reflectendo imaginem in oculi fundo expressam perturbat. Retina demum si extravasato sanguine, vel in ejus arteriis stagnante lædatur, perfectæ visioni minus idonea redditur. Si aliqua filamenta vitata habeat, illævis reliquis, adeo ut haud eadem in iis fiat radiorum impressio, res objectas maculis quibusdam interspersis videbimus. Quod si tota hæc membrana obdurescat, atque radiorum impressioni recipiendæ, & ad cerebrum usque transmittendæ inepta evadat, utut nulla sensibilis in oculo appareat læsio, aut alteratio, omnimoda tum fiet cæcitas, otiaturque quod *gusta serena*, vel *cataracta nigra* Medicis appellatur.

4. Humorum vitia, utpote qui potiora sunt visionis instrumenta, visionem maxime turbant, & præsertim defectus nativæ eorum pelluciditatis, aut eorundem inæqualis textura: siquidem si colore aliquo tincti sint, quæ videntur objecta, eodem colore infecta apparebunt: si inæquali, aut dispari densitate contexti fuerint, veluti si quædam particulae ipsis interspersæ sint, vel nimis opacæ, vel nimis translucidæ, objecta vel plane obscura, vel maculis aspersa apparebunt; partes quippe nimis opacæ radios impediunt, nimium vero tenues ac translucidæ non ad eandem distantiam ac reliquæ, radios inflectunt; proindeque expressa in retina imago maculosa evadit & interrupta.

5. Si crystallinus oblique fuerit appensus, itaut visionis axis per pupillæ, aquei, ac vitrei humoris centrum ductus, per crystallini centrum non transeat, visionem tum maxime perverti ac perturbari necesse est.

6. Nonnullæ demum concretiones, aut liquationes in humoribus oriri possunt, quibus vel omni vel magna ex parte visio læditur. In a-

quo quidem humore suffusiones crescere solent, quæ si instar pelliculæ circa pupillam sunt, sive inter crystallinum & uveam, sive inter uveam & corneam, radios impediunt, quominus crystallina lente excepti ad retinam usque deducantur, quod *Cataractam* vel græce *ὀπθάλμου* veteres dixerunt. Crystallinus nonnunquam suam amittit transparentiam, ac in opacum corpus evadens transmittendis lucis radiis impar redditur, quod *γλαύχωμα* dictum est, a glauco scilicet colore, quo tum infici solet crystallinus.

Hic tamen animadvertendum est Neotericorum plures inter cataractam & *γλαύχωμα* nullum agnoscere discrimen, tum contendere cataractam haud esse pelliculam aliquam crystallinum inter & corneam subnatam, sed ipsummet crystallinum ex morbo factum opacum, atque adeo chirurgicam operationem, qua cataractæ depressio fit; non in alio consistere, quam in ipsa crystallini humoris depressione, ejus loco tum subeunte vitreo humore. Id inter ceteros potissimum propugnant Antonius Maitre-jean *Traité des Maladies d'oeil*, & Brissæus *Traité de la cataracte, & du glaucome*, novis hac de re editis dissertationibus, curiosisque institutis experimentis. Veterem nihilominus de cataracta sententiam inter ceteros sustinere aggressi sunt Dominus Littrius, & de la Hire F. cum pluribus argumentis, tum præsertim, quod si pro cataracta humor crystallinus deprimeretur, nullus læsi oculi futurus esset usus, ejus nempe sublato organo, quod ad visionem perficiendam omnino necessarium illis habetur; quod tamen experientiæ adversatur, qua docemur quibus cataracta sublata est, aliqueni adhuc remanere oculorum sensum. Utriusque sententiæ momenta eleganter recenset, & ad *κρίσις* revocat Cl. Nicolaus Cyrillus in suis

Etymol.

§. 976. Obiectorum externorum imago supra retinam inverſe pingitur, ſuperiora in retinæ partem inferiorem, inferiora in ſuperiorem cadunt, quæ ad dextram oculi ſunt, reſpectu axeos optici in retinæ partem ſiniſtram cadunt, & ſiniſtra incidunt in partem dextram: Cur vero Animus objecta in ſitu erecto videt? An nervi in retina explicati, in ſuo decurſu per cerebrum invertuntur, ut, qui

Etzmulleri Auſtariis tom 2. p. 1346; tum de iſdem conſule ſi lubet, Regiæ Scientiarum Academiæ monumenta A 1705, 1706, 1707, 1708. Sed facile eſt utramque ſententiam ad concordiam revocare, ſi nempe non incicias ibi in cataractæ operatione cryſtallinum plerumque de primi, non vero pelliculam aqueo humori ingentiam; tum quoque ſtatui fieri poſſe ut in ſpatio inter cryſtallinum & corneam interpoſito novum corpus opacum producat, quod lucis radios interceptans vera ſit veterum cataracta. Et ſane quid obſtat quominus aquei humoris particulæ vel alienarum particularum accreſſu, vel nova acquiſita figura, ſituve, in opacum corpus concreſcant, atque adeo lucis radiis aditum obſtruant? ut enim cryſtallinus humor ex ſimilibus cauſis vel totus, vel ex parte opacus redditur; quid ni etiam & aqueus humor, & vitreus & quodvis aliud diaphanum corpus ſuam transparentiam amittere poſſit?

Id tamen hic obſervandum eſt, falſo a Veteribus, tum Neotericis quibuſdam, reputatum eſſe, cryſtallinum humorem adeo viſioni peragenda eſſe neceſſarium, ut ſine illo impoſſibilis omnino viſio evadat. Experiencia quippe liquidum eſt plures depreſſo cryſtallino oculorum ſenſum non omnino amiſſiſſe, quoniam convexi conſpicilli auxilio ſatis commode viſiſſe. Quod nec a ratione abhorret: depreſſo ſiquidem, aut e medio ſublato cryſtallino humore, ſuperſites adhuc ſunt humor aqueus, & vitreus, quibus ſolis, ſi conſpicillum convexum acceſſerit, perfectæ fieri poſſet viſio. In ejaſ-

modi enim oculo venientes ex objecti puncto radii, & corneæ convexæ ſuperficie excepti eodem modo a ſubjecto aqueo humore reſranguntur, ac in oculo ſano. Quoniam vero poſt hanc primam reſractionem non cryſtallinum humorem, ſed vitreum radii offendunt, qui cryſtallini locum & figuram acquiſiſit, ejuſdem vitrei convexæ ſuperficie ſidem radii excepti & ad perpendicularum reſracti, magis ad ſe convergant neceſſe eſt. At cum hæc reſractione eam æquare nequeat, quæ in cryſtallino humore peragebatur, ob illius maiorem denſitatem, & conſiſtentiam; hinc eſt quod ii radii non tam convergent, quam in ſano oculo; adeoque non exacte in fundo oculi uniuntur, ſed in ulteriori puncto. Quod ſi ergo ante ejuſmodi oculum lens convexa apponatur, ejus ope tam convergere poſſunt radii, ut deinde duabus aliis reſractionibus magis convergentes facti, in oculi fundo demum colligantur, ibique perfectam objectæ rei imaginem expriment. Quin tam vera hæc reputari debent, ut adfirmari etiam libere poſſit ex depreſſione cryſtallini viſum reddi quoadque meliorem; veluti ſi ex nimia corneæ vel cryſtallini convexitate, vel ex excendenti oculi longitudine radiorum unio fiat antequam ad retinam pertingant, tum cryſtallini depreſſio ad perfectiorem reddendam viſionem quicquam conferre poſſet; quatenus ſcilicet imminuat ob cryſtallini defectum radiorum reſractione, non tam cito ii coeant, ut ante, ſed in ulteriori tantum loco, ubi ſcilicet ipſa eſt retina, ſicque perfectæ fiat viſio.

qui in oculo inferiorem partem occupant, in Sensorio communi superius terminentur, & sic de reliquis? An autem superius, & inferius esse, est mere relativum ad nostrum corpus, quod dum in situ erecto esse positum dicimus, reliqua objecta, quorum imago similiter in oculo ac ea nostri corporis depingitur, judicabuntur in situ erecto, quomodocunque pingantur (1)?

§. 977. Sint duorum Oculorum axes Optici ACE, ADG, transeuntes per centra Corneæ & Lentis Crystal. linæ usque ad Retinam in E & G, (Tab. 5. Fig. 2.) fibrillæ nervæ ita dispositæ observantur, ut, si imago objecti in utroque oculo L, K, supra axes optici puncta E, G, cadat, animus modo unum videat objectum; veluti etiam sit, si imago objecti in oculo L, intra axim CE & nasum I cadat, atque pari intervallo ab axe Optico DG, in eodem plano imago in altero oculo K, inter axim & partem a naso averfam K cadat.

§. 978. Fit hoc quoque, si objecti imago in oculo L, inter axim CE & L ejus partem a naso averfam; atque in altero oculo K, inter axim DG, & partem naso adjacentem ceciderit.

§. 979. Si autem ejusdem objecti imago in utroque oculo L & K non simul supra retinæ partes memoratas ceciderit, objectum apparet duplex. Quemadmodum contingit, si prius objectum ambobus oculis intueamur; tumque digito alterutrum oculum sursum vel deorsum, dextrorsum vel sinistrorsum premamus; illico enim objectum

E 2

(1) Idipsum sequenti exemplo aliis declaratur. Cæcus si dextra manu corpus ad sinistram positum per bacillum aliquid tangat, non ad dextram, sed ad sinistram partem, ubi reapse est, id esse percipit; non alia quidem de causa, quam quod vis illa, quæ hunc animæ sensum excitat a sinistro latere proveniat. Simili ratione dextra oculi parte corpus ad lævam positum, radiis veluti bacillis tangimus; adeoque ad lævam ipsum locatum esse percipimus. At vereor ne hoc exemplum ad rem satis esse videatur, quod scilicet præcognitus aliunde sit cæco, vel ex ipsa manuum decussatione, verus

corporis situs; quæ tamen anticipata notio in objectorum visione non obtinet. Fortasse vera hujus rei causa ab ea lege dependet, quam inter imaginem in fundo oculi depictam, & illi respondentem mentis perceptionem Supremo Artifici statuere placuit. Nil sane certi cum de hac, tum de aliis pluribus ad visionem pertinentibus questionibus adfirmari tuto potest; quod scilicet etsi præcipuas oculorum partes, pluresque illarum usus comperta habeamus, haud tamen omnium partium præclarum artificium, singulosque, quibus destinatæ sunt, usus, plene assequimur.

Etum duplex, atque in diverso loco, pro varia oculi pressione, apparebit.

§. 980. Idem quoque cognoscitur, si duo objecta A, B, (Tab. 5. Fig. 2.) a se remota ponantur; simulac oculi ambo attendunt ad objectum B, eo dirigendo axes opticos, objectum A duplex apparet, cadentibus nempe hujus imaginibus in utroque oculo ad partem axeos optici externam. Simulac autem axes optici ad objectum A diriguntur, apparet objectum B duplex, ejus ambabus imaginibus supra retinam inter axes opticos & nasum cadentibus. Pari modo sequens phenomenon explicandum est: Sint duæ candelæ, C, D, (Tab. 5. Fig. 7.) quæ a charta K perforata, tribus pedibus distent, ambo oculi sint in A & B, qui simul visuri candelas, foramen K duplex conspiciunt. Amplificato foramine K, ambæ candelæ instar unius apparebunt.

§. 981. Quare autem, cum in utroque oculo ejusdem objecti imago depingitur, mens tamen unam tantum videt? quia multiplici experientia didicimus, invocato tactu, objectum modo esse simplex: veluti ambabus manibus globumprehendendo, non duplicem eum, sed simplicem esse deteximus: sibi mutuam præstant organa Visus & Tactus operam; Tactus autem mentem docente simplex esse objectum, cujus duplex imago in oculis pingitur, mens pari modo in aliis occasionibus ab oculis ambobus affecta, simplex esse judicat objectum.

Alii opinati fuerunt nervi fibrillas OQT, PRT, (Tab. 5. Fig. 2.) coire in T in unam, quæ usque ad Sensorium commune exporrigitur; adeo ut affectis ambobus Nervis in O & P, vel in O tantum, eadem perceptio oriatur. Cadit autem hæc opinio ex observatione Du Fayi (a). Si enim alter oculus fuerit clausus, alter apertus, & locum tenebricosum ingrediamur, apertis ambobus simul oculis, illo, qui clausus fuit, debilem adamantis lucem, percipiemus, quæ oculo altero non videtur (1).

(a) L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1735.

§. 982.

(1) Gassendus & Tacquet alterutro tantum oculo nos objecta intueri suspicantur, altero tum nil agente, ac veluti in quiete posito; hinc simplicis non geminati objecti perceptionem deducunt. Verum cum eodem modo in utriusque oculi fundo externorum objectorum imagines depingantur, æqualiterque utriusque retina radiorum impulsu afficiatur, intelligi nullo modo potest, cur oculorum alter in objecti perceptione agat,

§. 982. Superficiæ planæ, nigræ, circulus parvus, albus A, ad eandem cum dextro oculo altitudinem affigatur, dextrorsum ab A, intervallo duorum pedum, sed paulum inferius, superficiæ eidem alter circulus albus B affigatur; spectator prope stans inspiciat tantum oculo dextro objectum A, obscure præterea videbit B; recedat tum ab A in perpendiculari ad superficiem, ad distantiam 6, 7, 8; plurimumve ab ea pedum, non amplius objectum B apparebit. Tum vero objecti B imago in Nervum opticum incidit, ubi oculum ingreditur; quare igitur tum non videtur objectum, si nervus hic sit instrumentum visus? an non, quia tum imago in medium nervi, qui cavus hic est, incidit, unde nequaquam fibrillarum extremitates afficiuntur?

2. Et cum vasa sanguinea per medium nervi decurrentia hic bulbum ingrediuntur, an imago objecti B, delapsa supra ejusmodi vas sanguineum, percipi a mente non quidem poterit, cum non arteria, sed nervus, sit Instrumentum, quod motum ad Sensorium commune defert? De hisce Mariottus, Perraltus, Pecquetus, prolixè disputarunt, quibus subtiliora addidit Bernovillius (a).

§. 983. Ex iis, quæ huc usque explicuimus, manifesto sequitur, radios lucis non ex oculis in objecta emanare, atque reflexos ab iis ad oculos redire, veluti affirmarunt Stoici; nam in loco penitus obscuro nihil videmus, in quibus tamen, si ex oculis lux emanaret, pari modo objecta viderentur. Id quidem de Tiberio memorat Plinius (b), de Mario Plutarchus, & de calidæ indolis Britannio Briggius (c), ac post vini generosi potum Willisius; in quadam Comite Schenkus (d): adferitur etiam de Sabellico, Historiographo; sed dubitamus, utrum obser-

E 3

(a) *Comm. Acad. Petropol.* vol. 1. p. 314. (b) *Histor. Nat. L. II. cap. 37.* (c) *Ophthalmogr.* c. 5. §. 12. (d) *Lib. 1. Obs. de Morb. Oculor.*

agat, excitatumque motum ad commune sensorium referat, altero tum quiescente.

Ejusdem phænomeni causa ex eo quibusdam deducitur, quodcum objectum aliquod spectamus, ita versus illud oculos dirigimus, ut conioradiorum ex quovis objecti puncto ad unum oculum venientes, apices habeant congruentes apicibus aliorum conorum, qui ex iisdem objecti punctis ad alterum oculum ap-

pellunt: hinc enim fit, ut anima, quæ ibi refert objectum, ubi ejusmodi conii suam habent originem, simplex non geminatum objectum percipiat. Cui explicationi vel ex eo pondus accedit, quod si alteruter oculorum leviter digito comprimatur, sublato tum eorum verticem concursu in eodem objecti puncto, objectum ipsum duplicatum nobis se ostendat.

observationes rite captæ fuerint; præterquam quod tradantur esse casus oppido rari, nequaquam naturales, ex quibus nihil concludere licet. Verosimilius est, tenerissimam horum hominum retinam ab exiguo lumine affici potuisse; atque eos in subtenebrosis locis vidisse.

§. 984. Nec secundum Pythagoricos & Epicureos ( a ) ex objectis Species visibiles exeunt, quæ, modo ex iis emissæ, maximæ, decrescunt quo ulterius recesserint, donec eam parvitatem nactæ sunt, ut in oculos ingredi possint, quas mens perciperet. Si hoc verum foret, æque in tenebris objecta, ac in aperta luce videremus. Quæ difficultas quoque est in sententia Platoniorum, opinantium, & objecta & oculum emittere effluvia, quæ medio itinere sibi obviam irent, se amplecterentur, inde redeuntia oculum ingrederentur, eumque afficerent.

§. 985. Claritas, quacum videntur objecta, major minorve est; pendet autem a plurimis causis, quæ vel singulæ seorsum dantur, vel plures simul concurrunt. Major claritas pendet, 1. a lucis copia majori, ab objecto reflexa: quod fit 1. Si objectum fuerit propinquum, nec ab Aere lux interceptiatur; in vacuo enim remota & propinqua æque clara cernerentur ( 1 ). 2. Vel si albescat, aut colore aliquo vivaciori pictum fuerit. 3. Vel si ita objecti figura sit, ut plurimos ad oculum reperiatur radios.

2. Ab amplitudine pupillæ, & mobilitate Iridis pendet claritas; quo enim amplior pupilla, eo plures radios lucis transmittit.

3. Pendet a pelluciditate trium humorum oculi, omnem fere lucem in Corneam allapsam transmittentium.

4. Huc tenera & sana Retinæ, & totius Nervi optici conditio ab uno sui extremo ad alterum concurrat.

§. 986. Hinc patet, quare Myopes objecta clariora, quam oculi seniles videant, quia ea postulant propiora. An non idem objectum aliquandiu intuendo, id clarius videmus, quam in initio, quoniam pupillam sensim magis dilatamus?

§. 987.

( a ) Luc. lib. iv. Ver. 46.

( 1 ) Haud quidem; non enim in vacuo radii ab objectis reflexi parallelis ad invicem situ, sed ab invicem divergentes oculum subirent, atque adeo in minori distantia frequentiores confertioresque, quam in majori; in majori vero lucis copia major est objecti claritas.



§. 987. Si quatuor conditiones §. 985. simul concurrant, objecta clarissime conspiciuntur. Si una vel altera causa ex his quatuor fuerit minus perfecta, objecta non tam clara apparebunt. Et prout quatuor conditiones plus a sua perfectione recesserint, eo objecta videbuntur obscuriora.

§. 988. Objecta distincte conspiciuntur, 1. cum radii ab iis emissi, postquam per tres oculi humores transiverunt, supra Retinam in uno puncto coeunt, qui ab uno puncto objecti reflexi fuerunt.

2. Præcipue distincta est visio, cum imago supra Retinam picta, respectu objecti est magna, ita ut fere omnes radii tot diversa puncta imaginis supra retinam forment, ac sunt objecti puncta, a quibus emittebantur: ideo Myopes distinctius vident, quæ vident, quam Presbyopes; tum objecta propinqua semper distinctius videmus, quam remotissima.

3. Cum objecta nec nimis, nec parcius illuminata sunt.

4. Quando cum attentione & diu idem objectum adspicimus, visus acie id ab omni parte percurrando, & interrim accomodando, tum amplitudinem pupillæ, tum humores oculi, ad radios lucis pro distincta imagine accurate refringendos.

§. 989. Radii lucis CA, BA (Tab. 5. Fig. 3.) ab extremis objecti punctis ad oculum A delati, angulum formant BAC, qui *Opticus*, vel *Visorius* appellatur.

§. 990. Hoc angulo apparentem objectorum magnitudinem metimur; idcirco, quæ sub æquali angulo optico conspiciuntur, æqualia apparent, & æquales imagines supra Retinam pingunt. Quæ sub minori angulo, minora apparent, & minores pingunt imagines. Contra, quæ sub majori angulo apparent, majores imagines pingunt supra retinam, & majora conspiciuntur (1).

E 4

§. 991.

(1) Ex hac propositione, quæ axiomatis instar ab Opticis assumitur, sequentia facile derivantur. 1. Si plures magnitudines reapse æquales, similiterque oculo obversæ, inæqualiter ab illo absint, inæqualis magnitudinis videbuntur, ea scilicet major altera videbitur, quæ minus ab oculo distat: uti Auctori observatum est §. 993. Hinc patet cur spatia Parallelæ coarctari videantur, arbo-

res in ambulacris, columnæ in porticis ad se mutuo accedere, ac tandem conjungi appareant, etsi reipsa ubique æqualiter distent.

2. Si angulus opticus infinite parvus evadat, nulla tum erit ejus objecti sensibilis magnitudo: quamobrem fit, ut objecta valde a nobis remota videri amplius nequeant; & multilateræ figuræ e longinquo spectatæ appareant rotundæ, quod nempe

§. 991. Quæcunque uno obtutu videntur, intra angulum opticum rectum plerumque continentur. Radii enim  $XB$ ,  $ZB$  anulum rectum forment, hi producti per Pupillam  $DE$  transire non possunt, quamvis refractione minus divergant in humore Aqueo, sed incidunt in Iridem: adeo-

pe eorum latera & anguli in tanta distantia sub sensibili angulo optico non videantur.

3. Subtensa  $AB$  (*Vid. fig. 7. Tab. Addit.*) in omnibus punctis  $D$ ,  $C$ ,  $E$  &c. arcus segmenti  $ACB$  æqualis apparet, diameter vero  $GD$  ejusdem semper magnitudinis conspicietur ex quovis peripheriæ puncto. Omnes enim anguli  $ADB$ ,  $ACB$ ,  $AEB$  &c. sub quibus subtensa  $AB$  conspiciatur ex punctis  $D$ ,  $C$ ,  $E$ , per 21. l. 3. *Elem.* æquales sunt. Angulus item sub quo diameter  $DG$  ex quovis circumferentiæ puncto apparet, rectus semper est per 31. lib. 3. *Elem.* Optima igitur Theatrorum figura est segmentum circuli, in quo subtensa Actoribus, arcus spectatoribus ceceditur.

4. Ejusdem magnitudinis æquales partes (*Vid. fig. 8. Tab. Addit.*)  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$  inæquales oculo in  $O$  apparent. Ducatur enim radio  $OB$  arcus  $EF$ , sitque  $OA$  ad  $AD$  perpendicularis, adeoque triangulorum  $AOB$ ,  $BOC$ ,  $COD$ , communis altitudo. Sector  $EOB$  est triangulo  $AOB$  major, seu major triangulo  $BOC$ , atque adeo ipso sectore  $OBF$  multo major. Jam vero per 33. l. 6. sector  $OEB$  est ad sectorem  $OBF$ , ut arcus  $E$  ad arcum  $BF$ ; ergo & arcus  $EB$  arcus  $BF$  major erit; adeoque & angulus  $EOB$  major angulo  $BOF$ ; proindeque magnitudo  $AB$  magnitudine  $BC$  major apparebit, & hac major altera  $CD$ .

5. Si oculus infra magnitudinis  $FE$  (*Vid. fig. 9. Tab. Addit.*) verticem  $E$  fuerit collocatus, & per eum altio rem magnitudinem  $AC$  spectet, majorem hujus partem videbit in distantia remotiori  $FH$ , quam in viciniore  $FG$ , vel  $FI$ . Constituto enim oculo in  $H$ , recta

ex  $H$  per verticem  $E$  ducta usque ad  $B$ , partem  $BC$  abscindit oculo in  $H$  spectabilem. At in  $G$  posito oculo, recta ex  $G$  per  $E$  ducta cum altiori puncto ipsius  $CA$  occurrat, scil. in  $D$ , illius minorem partem  $DC$  oculo exhibet. Constituto demum oculo in  $I$ , cum recta ex  $I$  per  $E$  ducta ipsi  $AC$  in  $C$  occurrat, tota hæc visui subripitur. Ubi vero reperiatur ejusmodi punctum  $I$ , Geometris determinandum relinquimus.

6. Æqualia objecta (*Vid. fig. 10. Tab. Addit.*)  $AB$ ,  $AC$ , quorum alterum  $AB$  oculo  $D$  directe, alterum vero  $A$   $C$  eidem oblique obiciatur, in eadem distantia inæqualia apparent; idque majus videbitur, quod directe oculo opponitur. Videtur enim magnitudo  $AG$  æqualis  $AC$ , cum utrisque idem sit angulus Opticus  $CDA$ , vel  $ACD$ ; adeoque videtur  $AC$  parti ipsius  $AB$  æqualis, consequenter minor quam  $AB$ .

Circa apparentem demum objectorum magnitudinem observandum, quod etsi ab imagine in retina depicta plurimum illa dependeat; quandoque tamen non ejus magnitudinis videri objectum, quam pro magnitudine imaginis in retina depictæ referre deberet; quod præsertim accidit cum de objecti distantia considerat & judicat animus; tum enim mentis judicium in causa esse potest, ut objecti magnitudo major percipiatur, quam pro ratione depictæ imaginis. Unicuique ex. gr. notum est objectum eo minus apparere, quo magis distat; si ergo præcognita jam fuerit hæc major objecti distantia, apprensus ejusdem magnitudo augebitur in judicio a mente lato,

adeoque, qui per pupillam transibunt radii, angulum opticum minorem recto comprehendant oportet (1).

§. 992. Quo igitur pupilla amplior est, eo angulus opticus potest esse major, & contra: Inde intelligitur, quare objectum magnum & propinquum uno obtutu conspici nequeat? Cur tamen id, e longinquo conspectum, totum videatur?

§. 993. Si idem objectum  $BC$  (*Tab. 5. Fig. 5.*) ad varias ab oculo  $O$  distantias ponatur, semper eo minus apparebit, quo ab oculo fuerit remotius: est enim angulus opticus  $BOC$ , minor angulo  $BOc$ .

§. 994. Apparens objectorum magnitudo est in ratione distantiae reciproca ab oculo: pendet enim apparens magnitudo ab angulo optico, qui, crescente distantia, decrescit. Objectum  $BAC$  (*Tab. 5. Fig. 5.*) conspicitur sub angulo  $BOC$ , qui si sit parvus, recta  $CAB$  non differet ab arcu  $CAB$ : hic divisus bifariam in  $A$ , efficit, ut angulus  $AOC$  sit semissis  $BOC$ : ponatur jam objectum  $AC$  in  $c$ , dimidia distantia  $OC$ , atque apparebit  $Ec$ , sub angulo  $EOc = BOC$ , sive duplo majus quam in  $AC$ .

§. 995. Sit oculus  $OKF$ , (*Tab. 5. Fig. 5.*) supra cuius retinam imago  $KF$  objecti  $BC$  pingitur, quamobrem erit magnitudo objecti  $BC$  ad magnitudinem imaginis  $FK$  supra retinam, uti  $CO$  ad  $OF$ . Idcirco, si  $BC$  fuerit turris, 4000 alta pollicibus, quae ad distantiam milliaris Holl. 120000 pollicum conspicitur, erit imago  $KF$  mi-

nor  $\frac{1}{30}$  pollicis parte.

§. 996. Cum objecti magni imago admodum exigua est supra retinam, plura objecti puncta radios emittunt, qui supra eandem retinae nerveam fibrillam cadunt, quae proin

(1) Hinc sequitur quod si objecti  $DE$  (*vid. fig. 11. Tab. Addis.*) oculo  $A$  directe oppositi magnitudo dimidia  $DE$  fuerit distantiae  $AE$  aequalis, totum objectum visu comprehendatur, nec quicquam aliud ultra ejus limites conspici possit. Cum enim  $AE$  distantiam referat objecti ab oculo, erit ea ad  $DF$  perpendicularis, adeoque angulus  $E$  rectus: ergo cum rectae  $DE$ ,  $ED$  sint ex hypothesi aequales, erit an-

gulus  $DAE$  semirectus; & ob eandem rationem erit etiam semirectus angulus  $EAF$ ; atque adeo  $DAF$  rectus. Objectum ergo unico obtutu totum comprehenditur, nec quicquam extra ejus limites videri potest. Quod si distantia  $AE$  fuerit minor dimidia magnitudine objecti  $DE$ , objectum integrum unico obtutu comprehendi haud potest; tum enim prodit angulus  $DAF$  recto major.

proin diversis consussionibus simul & eodem tempore agitur, ac menti nihil distincte repræsentare potest; quamobrem objecti valde remoti partes nunquam distincte conspici possunt. Qui acerrima visus acie pollet, in cælo stellas, angulum 30 secundis minorem subtendentes, distinguere nequit: maxima hominum pars vix objecta, angulum unius minuti subtendentia, distinguit. Si albus nigro parieti affigatur circulus, qui lumine diurno illustretur, vix ab acutissimo videri potest, cum angulum 40' subtendit, sive cum intervallum ab oculo circuli diametrum 5156 vicibus superat; tumque circuli imago in oculo est tantum  $\frac{1}{8000}$  pollicis portio.

§. 997. Ope visus etiam Mens de distantiiis objectorum judicat, & quidem variis modis.

1. Ex angulo, quem ambo axes optici CA, DA (Tab. 5. Fig. 2.) concurrentes in A, formant: fit vero hic concursus a motu oculi, nobis in exiguis distantiiis sensibili; quamobrem ex magnitudine anguli CAD, de distantiiis objectorum propinquorum assuescimus judicare.

Hinc, si ope oculorum amborum judicare de distantiiis assueti simus, uno oculo eas non dignoscemus; quippe tum angulus CAD non formatur: id patet, si transversum bacillum alteri alligaverimus, atque in eadem cum oculo altitudine, sed ad distantiam duorum vel trium pedum ab eo annulus sit suspensus, ne quidem post sexcenta pericula bacillum, clauso alterutro oculo, per annulum trajiciemus, quod ambobus apertis oculis absque labore facimus. Longo tamen usu monoculi distantias cognoscere discunt. Quoniam vero in majoribus distantiiis vix discrimen, saltem non observabile ab oculo, inter angulos CAD datur, de majoribus distantiiis nequaquam certum formatur judicium.

2. Ex magnitudine apparente rerum cognitarum, comparata cum vera magnitudine, de distantiiis judicamus.

3. Tum ex distincta vel confusa apparente objectorum imagine: quo enim distinctior imago, eo objectum propius esse solet.

4. Tum ex vivacitate lucis ab objectis reflexæ, quæ minor a remotioribus, & contra. Quamvis hos quatuor modos simul in usum vocemus, nunquam accurate veram

ram objectorum distantiam visu solo cognoscimus: diuturna tamen exercitatio, ad melius de minoribus distantibus judicandum, aliquid contribuit (1).

§. 998. Verum innumera circa visionem restant, quæ attingere in his Elementis non licet: jucundiora quædam sub Problematum forma proponam.

## 1. Cur

(1) Corporum distantias ex aliorum, quæ visu percurruntur, interjectu, nobis innotescere nonnulli statuunt: contendunt scilicet, quod objectum eo magis a nobis distare percipiamus, quo id inter, & oculum nostrum plurium corporum sibi succedentium seriem interpositam videmus, tum vero objectum proximam sentiamus, cum illud inter & oculum nullum visibile corpus interjacet: hinc fieri ajunt quod Sol oriens horizonti contiguus nobis videatur, & nubes in eadem cum stellarum superficie. Verum qui ita distantiarum perceptionem exponi posse putant, questionem ipsam supponere videntur; supponunt siquidem interjectorum corporum sibi succedentium seriem nos percipere, itaut alia, et ipsi viciniorem, alia medium, alia remotissimum tenere locum cognoscamus: quod ipsissimum est, quod quaeritur. Si præterea quo plura interjacent visibilia corpora oculum inter & rem visam, eo remotior ista videretur, Sol in horizonte existens remotissimus, in meridiano vero positus vicinissimus, ac prope oculum ipsum apparere deberet; inter Soleni enim in horizonte positum & oculum plura corpora visibilia interjecta sunt: inter illum vero in meridiano constitutum, & eundem oculum, nullum visibile corpus est intermedium. At id omnino destruit, quod antea ponebatur: exorientem scilicet Solem horizonti contiguum videri, interjectisque corporibus finitimum; distantia enim, in qua ista corpora interjacent, exigua nobis videtur præ illa, qua a nobis cæli medium disjunctum esse cernimus.

Motus corporum perceptionem intactam hic præterit noster Auctor: de ea igitur breviter edisseram.

Corporum motus tum percipi putandum est, cum eorum imago in retina depicta firma haud manens, suum in illa situm mutat. Hinc facile liquet duplici ratione nos corporum motus percipere posse, 1. cum quiescente oculo, corpora varie moventur, mutantque inter se situm; tum siquidem eorundem imago, quæ in retina depingitur, in eadem situm mutat. Quod si spatium a corpore moto in dato tempore descriptum, ob ingentem ejusdem corporis distantiam, sub sensibili angulo non appareat, nec corporis motus tum percipietur, quod sensibilibus imaginis in retina depictæ situs non mutetur. Hinc intelligimus cur Lunæ solisque motus non percipiamus, quamvis post aliquod temporis intervallum ea reapse mota videamus. 2. Corporum motus percipere etiam possumus, cum iis quiescentibus, oculus revera movetur, corporumque situs oculi respectu mutatur; hac enim ratione objecti imago in retina depicta ad ipsius oculi motum, situm reapse mutat. Hinc intelligimus, cur qui navi vehuntur tranquillo mari, littora, urbes, actures, ad se accedere, vel a se recedere videant, quemadmodum cecinit Virgilius,

*Provehimur portu, terræque, urbisque recedunt.*

Quod si corpora moveantur, eademque velocitate, ac directione feratur etiam oculus, corporum motus haud tum percipietur; quod vid. ob similem oculi motum, situs corporum illius respectu invariatus maneat. Hinc intelligimus, cur qui in navi vehuntur ejusdem motum non percipiant; nec in systemate Terræ motus, illius motus a terriculis percipiat.

1. Cur, si aliquandiu in loco valde illuminato fuimus, dein multo minus lucidum ingrediamur, omnia objecta in principio apparent obscura? imo aliquantum quasi cæcutimus? Quia in loco illuminato pupilla, ne retina a pluribus radiis lædatur, contrahitur, nihilominus vehementer afficitur. 2. Mens ad hos majores motus attendere assuecit, nec minores percipit. In hac conditione quis subobscurum ingreditur locum, jam paucissima lux per angustam pupilam transit, & cum vix retina ab iis concutitur, Mens assueta majoribus motibus, nihil fere percipit: hinc aliqua cæcitatæ species, & omnia obscura, donec pedetentim amplificata pupilla plus lucis transeat, & mens mollioribus affectionibus assuescat.

2. An non. qui in tenebris constitutus facile videt eos, qui in aprico versantur, cum vice versa ab his non videtur? quia lucem copiosissimam ab iis reflexam recipit: paucissima vero lux, ab eo ad alios replicata multo minus retinam movet, quam alia objecta in aprico valde lucido posita, idcirco Mens ad exiguas concussiones non attendit.

3. Unde radii laterales, qui oculo conniventi, aut lacrymanti, flammæ extremis adhærere videntur? Hoc egregie explicuit de la Hirius (a) ostenso simul Rohaulti errore. Sit B (Tab. 6. Fig. 1.) candela, H & I palpebræ, quæ in connivendo oculi humorem abstergent, hic collectus, adhærens oculo & palpebræ, speciem Trigoni format: dum lux candelæ in hoc, & quidem in supremum, incidit, refringitur, & inter D & L explicatur supra retinam, veluti a prisma radii refracti oblongam imaginem formant: quare imagini candelæ supra retinam virga DL adhærebit, quæ ex parte inferiori candelæ, & quidem ex BM judicabitur provenire: ita quoque ab humore ad I, radii explicantur inter X & K, qui ex BN videbuntur provenire: ideo interposito obstaculo P, intercipiente radios candelæ superiores, virga DL evanescit, sive pereunt radii BM. Est autem copiosior humor ad H & I palpebra in oculo lacrymante, unde tum phænomenon sensibilius est.

4. Cur fricanti aut prementi oculum in tenebris apparent exire scintillæ? An non, quia lux fibras nerveas retinæ, eum videmus, concutere aut premere solet, cum-

(a) *Memoires Mathematiques*. pag. 277.

que ab humore vitreo pari modo, quamvis ab altera cauda, nervi premuntur, Mens idem iudicium formabit? si igitur fibrillæ nunc premuntur, veluti antea a nonnullis coloratis radiis, Mens eosdem colores videbit: id fit, cum in tenebris oculi angulum comprimimus, ut hic a digito recedat, quippe tum cum iis coloribus, qui sunt in cauda pavonis, circulum videmus: quiescente digito & oculo, intra minutum secundum evanescunt colores, qui pressione digiti mutata redeunt.

5. Cur fune tormentario incenso, & in orbem velociter acto, circulus mere igneus conspicitur? Quia nervorum extremitates, villi instar, prominent, quæ concussæ, aliquamdiu oscillationibus agitatæ contremiscunt, his perdurantibus Mens videt objectum. Verosimile est, eas spatio minuti secundi durare, prout ex observatione de coloribus, a pressione digiti in tenebris ortis, colligere licet. Si igitur funis adeo rapide circumagatur, ut intra minutum secundum absolvat gyrum, lux emissa ex eo in quodam circuli puncto, & nervum in oculo concitans in tremores, iterum ex eodem circuli puncto egreditur, afficietque eundem nervum, antequam prior ejus tremor penitus cessaverit: pari igitur modo nervus tremiscere pergit, ac si lucidum corpus in eodem puncto mansisset: cumque idem in omni puncto viæ a fune percursæ, contingit, circulus mere ignitus apparebit. Propter eandem rationem chorda tensa & celesiter vibrata, non modo geminata, sed ejus crassitieci & figuræ apparet, ac est via, quam eundo & redeundo describit.

6. Cur in piscium oculis humor aqueus deficit, & Lens crystallina est globosa? Quia humor aqueus animalibus in Aqua natantibus foret inutilis; radii enim ex Aqua in humorem Aqueum allapsi non refringerentur. Ut igitur Visio, quæ triplici in nobis refractione, a duplici in piscibus absolveretur, lens multo magis refringens, quam in oculis humanis desiderabatur, idcirco globosa est, quo fit, ut etiam plura simul conspiciantur. Hinc Urinatores sub Aqua omnia vident confusa, nisi amplificantibus perspicillibus utantur.

7. An non idem objectum C ( Tab. 6. Fig. 2. ) oculo dextro B intuentes, referimus ad locum D, & oculo sinistro A contemplantes, ad locum E referimus, & ambobus

bobus oculis simul intuiti, ad locum F intermedium inter D & E referimus, quia judicamus objecta in ea recta a nobis posita, in qua ad oculos radii ab iis emissi allabuntur? & tacite Mens corrigit loca visi objecti D, E, capiendo F intermedium?

8. Quare infantes recens nati primis quatuor vel quinque septimanis nulla objecta distinguere, vel videre possunt? quod etiam in multis animalibus contingit. Quia cornea in Infantibus his est multo crassior, quam in adultis; præterea planior, aliquantum rugosa, & minus splendens: sed imprimis, quia ex eorum oculis humor Aqueus abest, vel in nimis parca datur copia, quamobrem requisita lucis refractio in horum oculis, ad distincte videndum fieri non potest; tempus proinde effluat oportet, donec humor Aqueus cameras ambas impleverit, corneam extrorsum pepulerit, eam condensaverit, rugasque explicuerit (1).

## CAP.

(1) Aliæ innumeræ ejusdem argumenti quæstiones proponi hic possent, sed quæ ex dictis de visus ratione nullo negotio explicantur, de quibus videsis Rohaulti *Phys. par. 1. cap. 35.*, ibique adjectas a Clarkio adnotationes. Alteram tamen hic adnectere placet quæstionem, quæ cum jucunditate, tum argumenti nobilitate superioribus nihil cedit. Queritur scilicet, cur Astra, veluti Sol, Luna, prope horizontem longe majoris magnitudinis conspiciantur, quam in medio Cæli puncto, iisdem verticaliter imminenti-bus. Plurium sane philosophorum ingenia id torfit phænomenon: eorum plerique, ne vel nostro Auctore excepto (*Essay de Physique chap. 33. §. 1209.*) illius explicationem inde mutuamur, quod prope horizontem constituta sydera, ob plurimum, quæ ibi est, aspectabilitatem rerum interpositionem, paulo majori spatio a nobis abesse videantur, atque adeo paulo majora apparere debeant, cum ab infantia & adhuc omnibus momentis ideam distantie cum magnitudinis incremento adungere assueverimus. At quam lubricum id sit de distantie perceptione fundamen-

tum paulo ante explicitum; nec proinde plurimi hæc fieri debet explicatione.

Alia ejusdem phænomeni ratio a nostro Auctore mox laudato loco refertur, quæ priore longe probabilior, nec a vero abnormis esse videtur. Uvæ scilicet foramen, seu oculi pupillam dilatarı, restringique posse receptum jam communiter est: restringitur nempe cum nimis vegeta luce donata corpora spectantur, ne ingens lucis copia delicatulam retinæ membranam lædat; dilaturatur vero cum nimis fulgida, & clara objecta oculis obijciuntur. Præterea syderum lux quin vegetior, potentiorque sit, iisdem supra horizontem elevatis, & præsertim ad verticem imminenti-bus, quam cum prope horizontem versantur nulli dubium est: Solis sane prope horizontem degentis aspectum sustinere oculus potest; eundem vero in vertice positum sine gravi molestia intueri haud possumus; quod argumento est exiguam admodum esse, Sole in horizonte posito, lucis quantitatem, præ illa, qua idem Sydus in meridiano fulget. Necesse est ergo pliorem fieri oculi pupillam, sy



## C A P. XXXIV.

*Dioptrica.*

§. 999. **A** Quocunque puncto objecti emittuntur radii, qui a se divergunt, hi ad oculum perveniunt, Mens eos in linea recta advenisse, in qua in oculum incidunt, judicat; adeoque quodlibet objecti punctum in eo loco videt, in quo hi radii retroducti ab oculo ad objectum concurrunt.

§. 1000. Si igitur radii refracti fuerint a Medio, per quod transiverunt, atque ad oculum allabuntur, Mens judicabit eos provenire a puncto objecti positi in loco, in quo nunc ab oculo retroducti radii concurrunt.

§. 1001.

sydera prope horizontem posita spectantur, angustiores vero eorundem verticem occupantium intuitu. Sed major pupillæ amplitudo majoris apparentis syderum magnitudinis causa esse potest: esto enim objectum  $AB$ , (*Vid. fig. 12. Tab. Addit.*) pupillæ amplitudo  $ab$ , eritque imaginis objecti in retina depictæ magnitudo  $HF$ ; quod si pupillæ major fiat capacitas, veluti  $dc$ , erit tum imaginis magnitudo major, nempe  $KG$ .

Sed aliam hic referre placet ejusdem phænomeni causam, quæ cum sola majorem syderum prope horizontem aspectum causari possit, multo magis id poterit, si priori jungatur. Ad ejus vero clarum intellectum sequentia sunt prænotanda. Primum est, quod si objectum aliquod convexa lente oculis admota inspicitur, auctum illud videatur; remota vero paululum ab oculis lente, cum magis auctum, tum oculo propius id appareat; eoque semper majus, proximiusque, quo major porro fit lentis ab oculo distantia. 2. Telluri circumfusum ærem permixtis vaporibus, exhalationibusque densum, ad spheræ formam telluri concentricam configuratum supponimus, tumque adeo

radios ex tenuiori æthere in suam superficiem incidentes versus terræ centrum inflectere. 3. Spectatoris in terræ superficie constituti oculum a variis aeræ superficiei partibus varie distare clarum est; minima ejus distantia est verticalis linea a Spectatoris oculo ad ejusdem Zenith, seu verticem ducta; ceterarum vero ea major, quæ ab hac verticali magis distans ad horizontem inclinatur; horizontalis demum distantia aliarum omnium est maxima. Quid vero ex his consequatur haud difficile est prænocere; Solem scilicet in medio Cæli constitutum conspici per radios refractos in ea sphericæ aeræ superficiei parte, quæ vicinissima oculo est: eundem vero in horizonte positum videri per radios refractos in ejusdem aeræ sphericæ superficiei parte, quæ longissime a nobis remota est: quamobrem exorientem, vel occiduum Solem veluti per lentem nos videre longissime ab oculo distantem; eundem vero Solem medium Cæli tenentem, per eandem lentem intueri oculis nostris maxime propinquam. Quid ergo mirum si major nobis Sol & Luna in horizonte appareant, quam medium Cæli cardinem tenentes?

§. 1001. Si vas CBCB ( *Tab. 6. Fig. 3.* ) fuerit impletum Aqua, ejus fundus Spectatori MR, deorsum vas intruente, elevatus apparebit. Concipiatur enim fundi punctum A, ( idem in toto fundo obtinet ) idque illuminetur a luce *beA*; ab eo radii *Ag*, *Az*, divergentes abeunt, qui ex Aqua in Aerem delati, refractique recedendo a perpendicularo *hf*, feruntur ad *gM*, *zR*; oculus in MR positus hos recipit, ac si ex puncto propiori *a*, venissent; quare punctum A videbitur in *a*, live fundus videbitur elevatus (1). Verus locus puncti *a* cognoscetur, si ducta perpendiculari *AaS* in CC aquæ superficiem, capiatur *AS* ad *aS*, uti 4 ad 3. (2).

Idem

(1) Objecta, quæ intra aquam posita ex aere conspiciuntur, non elevatiora modo, sed & majora, quam reapse sunt, conspici debent. Sit enim AB ( *Vid. fig. 13. Tab. Addit.* ) objectum intra aquam, cujus extima superficies PL, sitque O oculus in aere positus. Lucis radius AP ex extremo objecti puncto A reflexus, & in superficiem PL perpendiculariter incidens irretractus transibit ad oculum in O: at qui ex altero objecti extremo B venit radius BL, cum oblique in eandem superficiem incidat, a perpendicularo refrangetur in L, semitaque LO ad oculum tandem appellit. Productio itaque radio refracto OL usque ad D, videbitur objectum AB sub angulo AOD, qui major est angulo AOB, sub quo idem conspicebatur objectum, si in libero aere positum esset: id ergo majoris magnitudinis sub aqua, quam in aere apparebit.

(2) Seu ut sinus anguli refracti MRb ad sinum anguli incidentiæ Agf; rationem enim 4 ad 3, inter eorum angulorum sinus obtinere ex §. 878. facile colligitur. At quod hic affirmatur, clarius vellem ab Auctore explicatum, præsertim cum falsum plerumque sit, nec nisi quibusdam in casibus præter propter locum habeat. Iisdem enim positis, quæ supra, erit radii Ag angulus

incidentiæ Agf, seu illi æqualis gAS; ejusdem vero radii angulus refractus erit Mgb, seu ei æqualis gaS: adeoque erit sinus anguli refracti gaS, seu anguli gAA, ad sinum anguli incidentiæ gAS, ut gA ad ag per §. 876. Sed ducta *as* ipsi Ag parallela, est ag major *ai*; igitur Ag est ad ag in minori ratione, quam eadem Ag ad *ai*, seu quam AS ad *as*; adeoque AS ad *as* est in majori ratione, quam habet sinus anguli refracti ad sinum anguli incidentiæ, seu 4 ad 3. Liquet ergo adductam Auctori praxim pro definiendo puncto *a* a vero abluere. Quod si puncta S & g adeo propinqua ponantur, ut contemni possit eorum distantia Sg, tum modo obtinere poterit ea praxis; quæ quidem, ea facta hypothefi, pro æqualibus haberi poterunt AS, Ag & aS, ag; atque adeo tum erit AS ad *as* ut Ag ad ag, seu ut sinus anguli refracti ad sinum anguli incidentiæ. Perpendicularis ex puncto radiante A in superficiem CC ducta cathetus incidentiæ dici consuevit: quomobrem Auctoris ratio pro puncti *a* determinatione, de iis modo radiis obtinet, qui catheto incidentiæ propinqui admodum sunt.

Quoniam vero radii ex vitro in aerem transeuntis sinus anguli refracti est ad sinum incidentiæ, ut 17 ad 11 §. 878, seu ut 3 ad 2; erit distant-

Idem erit, si fundo P valis vacui impositus fuerit nummus, atque spectator ad S recesserit, donec nummum; propter valis latus CB interpositum, non amplius videat; infusa Aqua spectator S nummum in *f*, & elevatum, ope radii refracti PCS videbit.

§. 1002. Hinc quoque intelligitur, quo pacto integer remus CDO, (Tab. 6. Fig. 4.) oblique in tenui Aqua AB fracti speciem CDN reddat: Concipiamus enim ejus punctum E sub Aqua, a quo radii EG, EK emittuntur, qui refracti, sunt GH, KP; quamobrem oculus positus in HP hos videt, ac si a puncto F venissent; quare pars remi DO, apparebit in recta DN.

Tom. II.

F

§. 1003.

distancia puncti *a* a refringente vitri superficie CC, distantia puncti radiantis A ab eadem superficie, sub sesquialtera, si scilicet de iis agatur radiis, qui catheto incidentiæ propinqui sunt. Quod si remotiores radii spectentur, est ea ratio sub sesquialtera minor.

Si vero e contrario radiorum progressus sit ex aere in vitrum, facile ex dictis colligetur punctum *a* majori intervallo, quam A ab ipsa superficie CC distare, ac esse *a* Sipsius A S sesquialteram, eisdem scil. radiis catheto propinquos spectando. Oculo itaque in medio densiore constituto objecta in rariore posita remotiora apparere debent. Quemadmodum autem objecta e rariori medio spectata, & propiora & majora oculo videntur; ita vicissim ex densiori medio si conspiciantur objecta in rariori posita, non modo remotiora, uti jam demonstravimus, sed & minora videri debent. Sit enim AB objectum (Vid. fig. 14. Tab. Addit.) in rariori medio positum, O oculus in densiori, PL superficies variae densitatis media disspiciens. Radius AP ex extremo objecti puncto A reflexus, & in superficiem PL perpendiculariter incidens, irrefractus transibit ad oculum in O: at qui ex altero objecti extremo B ad oculum venit radius BL, cum oblique in eandem superficiem incidat, densiusque medium subeat, ad perpendicularum refringetur in L, semi-

taque LO ad oculum tandem perveniet; eritque adeo angulus sub quo objectum nunc videtur DOA, qui minor est altero BOA, quo idem conspiciatur objectum, nulla interposita refractione; proindeque minoris magnitudinis illud appareat necesse est. Verum major distantia, in qua ejusmodi objectum videtur, id magnitudinis decrementum vix sensibile reddit.

Observandum tandem tacite hic (fig. 3. Tab. 6.) supponi ab Auctore nostro refractos radios gM, zR ex eodem objecti puncto A provenientes, & catheto AS propinquos, in idem catheti punctum *a* retroductos coire. Id vero ut demonstretur, sint radii Ae, Ag ex eodem puncto A in planam diaphani superficiem CC incidentes, quorum puncta e, g æqualiter a catheto incidentiæ AS sint remota; dico radios refractos gM, eb retroductos in idem catheti punctum *a* concurrere. Cum enim eS = Sg, & anguli ad S recti, erunt anguli incidentiæ eAS, gAS æquales: eandem igitur rationem ad Ss habeant necesse est distantia punctorum e, g a catheto, adeoque æqualibus ex hypothesi eS, gS, idem erit pro utrisque radiis punctum concursus *a*. Sed radiorum valde propinquorum veluti Ag, Az distantia a catheto eadem fere est; eorundem igitur idem erit concursus punctum *a*.

§. 1003. Si inter oculum  $Z$ , ( *Tab. 6. Fig. 5.* ) & objecti punctum  $A$  ponatur vitrum, cujus binæ superficies  $BB$ ,  $CC$  sunt sibi parallelæ, atque oculi axis perpendicularis ad has superficies, objectum  $A$  propius vitro in  $a$  apparebit.

Nam radii  $Ag$ ,  $Ae$ , ingressuri vitrum, refringuntur ad perpendicularum, delati in via  $eb$ ,  $gk$ ; exituri in Aerem, a perpendicularo in  $bd$ ,  $kn$  recedunt, qui retroducti concurrunt in  $a$ , atque paralleli sunt ad  $Ag$ ,  $Ae$  §. 900.

§. 1004. Objectum  $AE$  ( *Tab. 6. Fig. 6.* ) conspectum trans vitrum planum  $BBCC$ , apparet auctum.

Angulus sub quo conspiceretur, demto vitro, foret  $AQE$ : verum radius  $Ag$  refringitur in vitro ad  $gL$ , & alter radius  $Ee$  ad  $KL$ , qui ambo exituri ex vitro in Aerem, refringuntur in  $LQ$  ad  $Q$ : quare oculus hos sub angulo  $aQe$ , recipit, idcirco objectum  $AE$  apparebit magnitudinis  $ae$ , si in eo loco conspiceretur: sed cum per §. 1003. propius appareat, vix amplificabitur.

§. 1005. Si vitrum polygonum  $ABCD$  ( *Tab. 6. Fig. 7.* ) inter objectum  $F$ , & oculum  $O$  ponatur, apparebit objectum  $F$  multiplicatum.

Ope radiorum transeuntium per  $BC$ ,  $AD$ , videbitur objectum ab oculo  $O$  in recta  $OF$ . Ope radiorum  $FX$  incidentium in superficiem  $CD$ , & refractorum ad  $H$ , inde ad  $O$ , videbitur in  $L$ . Ope radiorum  $FZ$ , incidentium in  $BA$  & refractorum ad  $K$ , & inde ad  $O$ , videbitur in  $M$ . ( 1 ).

§. 1006. Imagines formatæ a refractionibus planarum superficierum sunt similes objectis, ( *Tab. 3. Fig. 7.* ) semper erectæ, similiter ac objecta positæ, & ab eadem parte jacent.

Sit  $PQR$  objectum radians in planam  $ACB$  superficiem refringentem, in quam ducantur perpendiculares  $PA$ ,  $QC$ ,  $RB$ ; in quibus capiantur partes  $Ap$  ad  $AP$ ,  $Cq$  ad  $CQ$ ,  $Br$  ad  $BR$ , in ratione sinus incidentiæ ad sinum refractionis; tum foci,  $p$ ,  $q$ ,  $r$ , constituent similem imaginem, similisque cum objecto situs, cum partes  $pq$ ,  
 $qr$

( 1 ) Prætereundum hic non est, objecti speciem superficiebus  $CD$ ,  $BA$  exhibitam, coloribus quibusdam tingi debere, quibus caret imago superficiæ  $CB$  respondens: radii enim in  $CD$ , &  $BA$  eodem fere modo refringuntur, ac in Prismatico. Quæ observatio ad verum objectum ab apparentibus secernendum inservire plurimum potest.

$qr$  sint in eadem ratione ac  $PQ$ ,  $QR$ . Id per se manifestum est, cum objectum superficiei refringenti est parallelum: si vero ad eam sit inclinatum, producat, donec eam secet in  $D$ , hanc imago producta etiam secabit in  $D$ ; nam perpendicularis  $BrR$  accedat ad  $D$ , cum lineæ  $Br$ ,  $BR$  sint ad se in data ratione, simul evanescent: & quia Triangulum  $pDP$  secatur lineis parallelis  $qQ$ ,  $rR$ , erit uti  $pq$  ad  $PQ$ , sic  $qD$  ad  $QD$ , sic  $qr$  ad  $QR$ , & ideo  $pq$ ,  $qr$ :  $PQ$ ,  $QR$ . Simili modo si radii pertinentes ad focos  $p$ ,  $q$ ,  $r$ , ab alia plana superficie, sive parallela sive inclinata, refringantur, foci eorum secundum alteram efficient imaginem, similem priori, similemque objecto.

§. 1007. Si inter punctum objecti  $A$  (*Tab. 6. Fig. 8.*) & oculum  $O$  ponatur Lens vitrea utrimque convexa, apparebit punctum  $A$  in  $a$ , loco remotiori a Lente, quam est ipsum objectum. Radii  $A b$ ,  $Ab$  emissi ab  $A$ , illapsi in  $bb$ , refringuntur ad perpendiculara  $pp$ , atque ita redduntur minus divergentes: exituri ex superficie  $cc$ , a perpendicularo  $cq$  refringuntur, quo redduntur adhuc minus divergentes  $cd$ ,  $cd$ ; qui ducti retro concurrunt in  $a$ , adeoque oculum  $O$  ingrediuntur, ac si ex hoc puncto  $a$  venissent.

§. 1008. Objectum  $AE$  (*Tab. 6. Fig. 9.*) trans lentem conspectum ab oculo  $O$ , prope lentem, etiam apparet augmentum. Radii enim  $Ab$ ,  $E b$  ab extremitatibus  $A$ ,  $E$  objecti emissi, illapsique in lentem  $LK$ , refringuntur, ut exeuntes magis convergant in  $O$ , formentque angulum  $cOd$ , majorem  $AOE$ , sub quo absque lente objectum visum fuisset; quare objectum apparebit augmentum. Cum vero per §. 1007, etiam in remotiori loco  $a$  videatur, multo magis amplificatum apparebit.

§. 1009. Si lens fuerit sphaerica concava, per eam inter objectum & oculum positam apparebit objectum propius lenti, minus, & erectum.

Sit punctum objecti  $A$ , (*Tab. 6. Fig. 10.*) emittens radios divergentes  $Ab$ ,  $Ab$ , hirefracti in lente magis divergunt ad  $e$ ,  $e$ , egressique divergere amplius pergunt in  $ed$ ,  $ed$ ; oculus igitur positus in  $dd$ , radios recipit, ac si ex puncto  $a$  propiori venissent. Est hoc punctum,  $a$ , *Focus Imaginarius*.

Sit jam objectum  $AE$ , (*Tab. 6. Fig. 11.*) quod ab oculo posito in  $O$ , sub angulo  $AOE$  videtur, in medio ponatur Lens cava  $SS$ , tum radii ab extremitatibus  $A$  &  $E$  emissi,

qui ad oculum  $O$  perveniunt, sunt  $Ab$ ,  $Eb$ , hi refracti sunt  $bc$ ,  $be$ , delati deinde in viis  $cO$ ,  $eO$ : cumque angulus  $cOc$  sit minor quam  $AOE$  apparebit objectum minus in  $ae$ , & erectum.

§. 1010. Si arcus circuli  $PQR$  (*Tab. 3. Fig. 8. 9. 10. 11.*) ex centro lentis  $E$  fuerit descriptus, isque consideretur ut objectum, ejus imago  $pqr$  erit arcus similis concentricus: cujus longitudo erit ad longitudinem objecti, in ratione distantiarum a communi centro  $E$ , atque imago erit erecta vel inversa respectu objecti, prout ab eadem vel altera parte jacet.

Patet propositio in omnibus concentricis superficiebus ex sola inspectione Fig. 8. quoniam partes harum superficierum sunt similiter oppositæ partibus concentrici objecti: in Lente autem foci radiorum parallelorum jacent in arcu concentrico  $GfH$ , cum  $Pp$ , &  $Qq$ , sunt tertiæ proportionales ad distantias  $PG$ ,  $PE$ ; tum ad  $QF$  &  $QE$ ; adeoque imago  $pqr$ , est arcus concentricus. Quoniam axes radiorum considerantur ut rectæ lineæ transeuntes per  $E$ , erunt anguli  $pEr$ ,  $PER$  æquales: ideo ratio imaginis ad objectum, erit uti ratio distantiarum a puncto  $E$ : prout igitur extremitates  $P$  &  $p$  jacent ad eandem vel oppositam partem ab  $E$ , ita jacent quoque  $Q$ ,  $q$ ; tum  $R$ ,  $r$ .

§. 1011. Quo objectum circulare  $PQR$  minus est respectu distantiae a puncto  $E$ , eo magis appropinquat ad lineam rectam, quod & in imagine obtinet; idcirco planum objectum ad notabile a lente intervallum; habebit fere imaginem planam.

§. 1012. Si oculus fuerit senilis, atque vel ob Corneam, vel ob lentem Crystallinam planiorem; radios objectorum propinquorum divergentes non satis refringere possit, ut supra retinam coeant, ope lentis convexa, ante ipsum posita, radii ab objectis emissi redduntur minus divergentes; adeoque ab oculo, ut supra retinam coeant, refringi facilius poterunt. Quamobrem senes, perspicilli ope, objecta propinqua iterum clare & distincte cernent.

§. 1013. Usus perspicillorum non est admodum antiquus, etiamsi radios Solis per vitreas sphaeras transeuntes, urere plurima cognitum olim fuerit. Inventio usus lentium pro senibus, videtur referenda intra Annum 1280 & 1311, utilitatem enim cognoverunt Rogerus

rus Bacon (a), Alexander de Spina (b), & Salvinus Armatus (c).

§. 1014. Quoniam Myopes radios objectorum in suis oculis nimis refringunt, & idcirco tantum objecta propiora, quorum radii multum divergunt, distincte videre possunt; remotiorum vero objectorum radios nimis diffringunt: ope lentis concavæ, radios a se dispergentis, hæc quoque objecta distincte videre poterunt. (1)

§. 1015. Si lens convexa fuerit portio minoris sphaerae, aut si fuerit exigua sphaera, valde amplificat objecta, ita ut omnes eorum partes distinctae appareant; vocetur tum *Microscopium*. Hujusmodi lentibus elapso seculo in usum vocatis, detectus est integer Microcosmus. Primarii observatores videntur fuisse Fr. Stelluti, & hic quidem primus, cum partes Apum minutissimas Anno 1625 descripserit, dein Hodierna, Petrus Borellus, Powerus, Hookius, Grewus, Malpighius, Leewenhoekius, Bonannus, Griendelius, Joblotus, Reaumurius, qui observationes Microscopicas, cum insigni Scientiarum incremento, conscripserunt.

§. 1016. Ut cognoscatur quantæ magnitudinis appareat  
objectum, tum simplici oculo, tum Microscopio conspe-  
ctum, ponatur objectum PQ, ( Tab. 6. Fig. 12. ) in fo-  
co Lentis AE, huic oculus proximus conspiciet objectum  
distincte sub angulo PEQ. Sit vero oculus naturalis ad  
distantiam LQ removendus ab objecto, ut id distincte  
videat; erit angulus PLQ, sub quo objectum cernetur: est  
F 3 vero

vero angulus  $PEQ$  ad  $PLQ$ , ut  $LQ$  ad  $QE$  §. 876; sed est magnitudo objecti apparens, uti est angulus opticus; quare magnitudo objecti visa per Microscopium erit ad eam oculo tantum conspecta, uti  $LQ$  ad  $QE$ .

§. 1017. Si autem lens una non satis amplificat objecta, altera lens, imo & tertia additur; cujus inventum debetur Drebbelio Batavo. qui A. 1621. ejusmodi Microscopium compositum spectandum dedit, testante Hugenio(a): quod postea variis auctum & correctum fuit artificijs, tum ut objecta copioso lumine illustrentur, tum ut valde amplificata, & distincta, eorumque magnæ portiones una acie conspiciantur. Lens minima in his compositis, objecto vicina ponitur, ideo *Objectiva* vocatur; altera, quæ prope oculum, *Ocularis*. Quo pacto autem radii per has Lentas transeant, ex inspecto schemate satis intelligitur: ut & quomodo objectum  $AB$ , (*Tab. 7. Fig. 16.*) a speculo  $SS$  illuminatur. (1)

§. 1018. Ex lente convexa & concava, quodam intervallo a se in Tubo collocatis, composita est Machina, quæ *Telescopium* vocatur: cujus ope objecta remota, clare, & amplificata, ac erecta, videntur. Radii ab objectis

(a) *Dioptrica* p. 221.

(1) Radium progressus ope Microscopii, quod in fig. 1. *Tab. 7.* designatur, est hujusmodi. Exiguum objectum  $AB$  microscopio spectandum constituitur vel in foco lentis  $CE$ , vel, quod opportunius est, in paulo majori distantia, quam lentis focus abest ab ipsa lente. Ex singulis illius objecti punctis, puta  $A$ ,  $B$  conorum instar producti radii a lente  $CE$  excipiuntur; qui in ea refracti, vel paralleli porro egrediuntur, si in lentis  $CE$  foco positum fuerit objectum, vel in totidem puncta convergentes, si idem objectum tantillum a lentis foco absuerit. Convergentibus vero radiis, vel parallelis  $CEh$ ,  $CEg$ , altera lens  $hg$  objicitur, cujus binis refractionibus fit, ut radii magis convergentes facti, in  $d$  &  $f$  tandem colligantur. Præterea in ea distantia a punctis  $d$  &  $f$  abest tertia lens  $n$  & quæ ejusdem foci distantiam æquat: quo fit ut tandem radii per

illam refracti, paralleli in  $nO$ , &  $O$  oculum subeant. Angulus sub quo modo videtur objectum  $AB$  est  $nOK$ , cum antea nudo oculo sub angulo  $AOB$  videbatur; adeoque in hac eadem angulorum ratione erit objecti magnitudo per microscopium ad ejusdem nudo oculo spectati magnitudinem.

Quo objectum  $AB$  clarius microscopii ope videatur, speculum concavum  $SS$  commodè adhiberi potest, locum circa objectum  $AB$  habens; ita enim paralleli Solis radii  $RS$ ,  $RS$  a speculo in  $AB$  collecti, frequentiores porro, vegetioresque hinc in lentem regeruntur. Id ipsum obtineri etiam poterit si  $AA$  sit speculum concavum (*Tab. 7. Fig. 6.*), cujus in media parte perforata  $B$  microscopii tubus adnectitur, objectumque  $C$  microscopio conspiciendum in ipsius speculi foco  $C$  jaceat,



ctis emissi, aut reverberati, sequenti modo ad oculum perveniunt, veluti Molyneuxius optime explicuit. Sit objectum ABC, ex cuius puncto supremo A, radii tres  $a, a, a$ ; ex medio B, (Tab. 7. Fig. 3.) radii  $b, b, b$ ; ex infimo C, radii tres  $c, c, c$ , procedant: hi radii, antequam Tubum ingrediuntur, cruciatim se secant; Tubum ingressi illabuntur in lentem convexam ZYX, quæ *Objectiva* vocatur; a qua refringuntur, ut coeant in  $f, e, d$ , ibi objecti imaginem depicturi. Ponitur lens concava GL inter radiorum concursum, & lentem objectivam; eo ab hoc concursu intervallo, quod est æquale foco imaginario lentis concavæ. Hæc lens, *Ocularis* dicta, radios, qui nempe ex uno eodemque objecti puncto venerant, sua refractione reddit parallelos, cæteroquin eos ad T & R (Tab. 7. Fig. 4.) divergere faciat. Oculus recipiens hos radios parallelos, tanquam ab objecto remotissime emissos, eos diffringit, ut supra retinam coeant, depingantque imaginem objecti in TER, quæ cum jaceat eodem situ, ac si a solo oculo objectum inspectum fuisset, id in situ erecto, & distinctum apparebit: cumque in fig. 3. sub angulo TPc, qui est æqualis  $f h e$ , appareat, & qui multo major est, quam angulus  $f y e$ , sub quo a solo oculo conspicitur, objectum amplificatum in ratione  $e y$ , ad  $e b$ , apparebit. *Campus visibilis* partim a magnitudine lentis objectivæ, partim ab apertura pupillæ pendet, quæ cum exiguis mutationibus prædita sit, Telescopium hoc, cui oculus proxime admovendus est, lentem concavam exiguum modo postulat, & hinc breve tantum esse potest, vix ultra pedem, adeoque exiguæ utilitatis ad objecta distantissima videnda. (1)

F 4

§. 1019.

(1) Objecti hoc telescopio visi amplitudo a pupillæ amplitudine plurimum dependet, hæc enim tanta esse debet, quanta opus est ad eos radios excipiendos, qui ex concava lente paralleli erumpunt. At cum iidem paralleli radii a diversis objecti punctis emanantes plurimum a se distracti pupillæ occurrant, illam eorum radiorum plures non ingrediuntur, quod scilicet tanta non sit ejus amplitudo, quanta radiorum diffusioni congrueret: quamobrem haud omnes objecti partes unice in-

tuitu hujus telescopii ope conspici poterunt; atque eo minores erunt conspicuæ objecti partes, quo magis pupilla a concava lente absuerit, tum enim eo magis divarigati ad pupillam radii diriguntur. Quin & eo minor est conspicua objecti pars, quo magis per telescopium ejusdem objecti magnitudo augetur: hæc enim crescit pro ratione anguli TPR: sed quo major hic est angulus, eo minorem objecti partem oculus uno obtutu comprehendit.

§. 1019. Tubus hic *Batavicus* vocatur, quia inventus fuit in Belgio, & quidem Medioburgi in Zelandia, ibidemque a Zacharia Johannide, & Johanne Lipperhey, circa annum 1590. constructus est (a): quamvis quoque inventum Metio, ab aliis Portæ (b), ab aliis Galileo, adscribatur. nequaquam vero antiquis Ægyptiis (c) innotuisse verosimile est, ejusve beneficio naves ex specula, in Pharo Alexandriæ erecta, ad 600 milliarium distantiam detegi potuisse: hæc enim propter curvaturam Terræ fieri nequeunt.

§. 1020. Defectum Tubi Batavici emendavit primus Keplerus, emendatum tubum in Optica, anno 1611. edita, describens. Fontana sibi inventum adscribit Anno 1608. quod alii Rheitæ, in lucem publicam opus edenti Anno 1645. (d) adtribuerunt: ita ortum fuit *Telescopium Astronomicum*, ex duabus utrimque convexis lentibus compositum. Sit objectum remotissimum ABC, (Tab. 7. Fig. 5.) a cuius puncto supremo A radii, a, a, a, ex B radii b, b, b, ex C radii c, c, c, emittantur. Hi radii antequam Tubum ingrediuntur, sese alicubi interfecant, illapsi in lentem objectivam X Y Z, ab ea refringuntur, ut in suis focus f, e, d, coeant, ibidemque objecti imaginem pingant. Sit lens ocularis g h l, remota tantopere a focus, f e d, quanta est ejus, datis radiis parallelis, foci distantia: proinde sit e h distantia foci ab oculari, g h l erit distantia, Y h æqualis aggregato longitudinum amborum focorum: oculus O paulo plus distet a lente, quam est ejus focus, illi objectum distincte, amplificatum, sed inversum apparebit: pendetque ejus campus a magnitudine lentis ocularis. Soli oculo apparuisset objectum sub angulo a O c, sed per Telescopium conspicitur objectum sub angulo l O g, qui anguli sunt in ratione h O ad h y, seu h e ad e y, hoc est ut distantia foci ocularis ad illam objectivæ lentis.

§. 1021. Quoniam objecta terrestria per hunc tubum inversa apparent, & ideo non admodum commode cognoscuntur; huic Telescopio (Tab. 8. Fig. 1.) duæ aliæ lentes oculares additæ fuerunt, ita ut id ex 4 lentibus componatur, quarum tres oculares æquali a se ponuntur intervallo;

(a) P. Borellus de Telescopii inventore. (b) Keplerus in nuncio Sydereo pag. 16. (c) L' Histor. de l' Acad. des Belles Lettres Tom. 1. p. 136. (d) Hist. Acad. Reg. L. 5. Sect. 1. c. 7.

vallo; per has radii transeunt, veluti in schemate exhibetur; atque ita objectum erectum, propius oculo, atque amplificatum, uti in §. 1020. apparet.

§. 1022. Telescopia hujusmodi longiora 20 pedibus vix amplius objectis Terrestribus conspiciendis inservire possunt, propter partium aerearum continuum motum, qui visibilis evadit, efficitque, ut motu quodam tremulo objecta quasi subsultare videantur.

§. 1023. Sunt Telescopia hæc Dioptrica nonnullis defectibus obnoxia, propter diversam radiorum refrangibilitatem: Sit enim vitrum AB (Tab. 8. Fig. 2.), radiique sibi paralleli EA, CI, FB, radii minime refrangibiles sibi in G, maxime refrangibiles in H, occurrant, erit

tum GI ad IH, uti 28 ad 27, & GH erit  $\frac{1}{28}$  ipsius

GI: ducatur KL per G, & MN per H perpendicularis

in axim CIG; erit MN  $\frac{1}{28}$  pars latitudinis vitri AB,

& KL  $\frac{1}{17}$ : idcirco OP, quod est spatium minimum, in

quo radii collecti sunt, erit proxime dimidium ipsius

MN, adeoque  $\frac{1}{55}$  ipsius AB. Proinde radii ab uno obje-

cti puncto emanantes, non in puncto post vitrum cœunt, & ideo quodlibet punctum objecti parum distincte apparebit. Hic error in radiorum transitu per lentes oculares augetur, atque ita trans Telescopia objecta coloribus tincta apparere solent. Cum hæc vitia, & plura alia detexerat Nob. Newtonus, Telescopia emendavit, pro his reflectentia substituendo, de quibus in proximo Capite (1).

## CAP.

(1) Sed præter hætenus Auctori memoratam radiorum aberrationem a diversa eorum refrangibilitate pendentem, alia etiam datur aberratio a lentis figura & magnitudine dependens: constat quippe paucos tantum radios, eos scilicet, qui axi lentis vicinissimi sunt, in puncto præcise uniri, reliquos vero ab axe paulo longius discedentes e lentibus egressos in diversis punctis axem secare, quod non modicam visioni confusionem creat. Huic nihilominus malo opportunum excogitavit Hu-

genius remedium, tegendo scil. lentem lamina opaca, in cujus medio apertura tanta relicta sit, quanta sufficit, ut radii per illam ingressi præcise in ejus focum colligantur.

Opportunus hic esse videtur loci questionem breviter indicandi, quam jam pridem non sine aliquo partium studio agitatam, iterum ventilavit Hermannus in secundo sollemni Academiæ Petropolitanae conventu A. 1726. An scilicet sperandum fore ut telescopia ad eam per-

*Catoptrica.*

§. 1024. **L**UX e corpore lucente emanans, atque in objecta illapsa, quaquaversum reflectitur, si horum superficies fuerint asperæ & inæquales, verum secundum aliquam directionem, & superficies fuerint politæ.

§. 1025. Lucis reflexio vel in corporis superficie anteriori contingit, si id fuerit opacum, vel a superficie posteriori, si corpus fuerit pellucidum; vel ab utraque superficie in pellucetibus corporibus.

§. 1026. Lucis reflexionem a superficie anteriori, non attribuendam esse impactioni ejus in partes solidas corporum, sed viribus aliquibus repellentibus, ex corporibus exeuntibus, & extra superficiem agentibus, invenit Nob. Newtonus, atque fuscè demonstravit (a). Cum enim tenuis solis radius in pilum, filum, acum, stramen & alia corpora incidit, umbra multo major, quam a radiis tangentibus definienda foret, post hæc memorata projicitur: idemque fit, licet ab aqua ambiantur: adeoque Lux ex via recta detorquetur a vi eam repellente, ex corporibus effluente (1).

(a) *Optica Lib. 2. part. 3. §. 8. Lib. 3.*

1. Sit

perfectionem perducantur, ut eorum ope in Astris, aliisque longissimis distantis, minuta quæque objecta, veluti Planetarum incolas, si qui sunt, videre valeamus. Id sane fieri posse visum est Cartesio, plurimisque ejus affectis, quod sc. a lentibus ellipticis, atque hyperbolicis, quas industria aliqua parari posse putabant, juxta Cartesianæ Dioptricæ præscripta miraculosos fere effectus sibi augurarentur, si earum usus fieret in Telescopiis. At illos vana illusos fuisse spe jam supra innuimus, tum quod arte nulla accurate ejusmodi lentes parari possint, tum præsertim quod radios a punctis extra axem positis venientes, minus quam sphericæ lentes, in puncto exacte colligant. At id omnino in optatissimæ quidem rei spem

abjicit, quod ea lentis apertura ad Jovis, e. g., incolas spectandos, opus esset, aut Hermannò observatum, quæ telluris diametro, vel æqualis vel major foret. Quod, etsi possibile fingas, quanti inde errores consequerentur ab ipsa lentis magnitudine, diversaque radiorum refrangibilitate pendentes! Si telescopia adhiberi possent trecentes, aut quadringentos pedes longa, iis Lunæ imago haud major exhiberetur, quam si ipsa Luna quinque miliaribus a Terra distans, oculis nullo telescopio adjutis spectaretur, uti Auzoutus Gallus ostendit: in ea vero distantia Lunæ a terra, immo & multo minori, illius Planetæ incolas discerni non posse liquidum est.

(1) Hoc Auctoris argumentum, quo lucem contendit ob vim corporum

## 1. Sit Metalli aut vitri superficies scabra, Lux quaquaver-

rum repellentem, a via rectilinea recedendo umbram efficere majorem, quam quæ radiis tangentibus definienda foret, vereor valde ut firmo stet fundamento: cum enim quæ a corporibus projiciuntur umbræ varia magnitudine præditæ sint pro varia eorundem corporum distantia, varioque situ, respectu corporis lucidi, fieri potuit, ut ab iis causis illius umbræ magnitudo orta fuerit, quæ a nostro Auctore vi corporum repellenti adscribitur. Id sane commentum experimento §. 498. clare rejicitur; eo enim liquido constat lucis radios prope metalli, vitri, aut lapidis cujusvis apicem transeuntes, ad illa vi attractionis per curvilineas semitas accedere potius, quam ab iis repelli.

Quod vero ad Newtoni de lucis reflexione sententiam spectat, is sane contendit nullam dari reflexionem ex impactu in solidas corporum partes pendentem, sed omnem repetit vel a viribus attrahentibus, vel repellentibus. Cum lucis radius certa obliquitate ex vitro in subiectum aerem, vel vacuum tendit, vi magna attrahens vitri cohibetur, quominus subiectum aerem vel vacuum permeet, vique curvilinea in vitrum rediens, ex illo porro egreditur, angulum reflexionis vel radiationis angulo incidentiæ æqualem efficiendo, uti *Princ. Math. lib. 1. prop. 96.* ostenditur, indicatumque Auctori nostro §. 865. Hæc vero reflexio ab attractione dependens, quam reapse dari non ambigitur, semper ex postica vitri facie fit, consequiturque refractionem in antica superficie factam. At alteram reflexionem dari contendit Newtonus ex antica vitri superficie pendentem, quatenus scilicet circa illam ad aliquam usque distantiam protendi supponit repellentis vis veluti atmosphæram,

ad quam cum pertingunt radii, illico intactis ejus superficiei solidis partibus, repellantur. Quod vero de antica vitri superficie dictum, opacorum omnium corporum superficiei convenire reputat, abs ejusmodi repellentibus atmosphæris illorum reflexionem deducens. Verum debita ingenuitate fateor, hanc mihi haud probari sententiam. Præterquam enim quæ pro illa adducuntur argumenta, haud rem conficere videntur; illud quidem non exiguam continet difficultatem, quod circa corpora quæque opaca duplex concipienda esset atmosphæra contrariis donata viribus, quarum altera attrahendi vi donata radiorum plures intromittantur, altera vero repellendi vi prædita reliqui radii veluti expulsi reflectantur, quod a vero absonum videtur, nec parum naturæ simplicitati refragatur.

Fatendum tamen non levem hic occurrere difficultatem, ut explicetur qui fiat, ut posito circa corporis cujusvis superficiei attractionis medio ad aliquam usque distantiam protenso, quo radiorum plures irretiuntur & suffocantur, alii e contrario radii regeri & remitti valeant, nec eodem attractionis medio, quominus id præstent, cohibeantur. Quidam Philosophi, ut id explicent circa corporis cujusvis veluti EFDC superficiei ( *Vid. fig. 15. Tab. Addis.* ) ejusmodi atmosphæram comminiscuntur, quæ undarum instar in nonnullis ejus extimæ superficiei partibus, veluti A, A, A elevetur, cum in aliis ut B, B, B deprimatur; hinc vero fieri putant ut lucis radii partibus A, A, A, occurrentes, ab iisdem remittantur, in reliquis vero partes impingentes intromittantur. Ingeniosum sane commentum; in quo cum nihil eorum,

versum ab ea dispergetur: poliatur superficies, quod fit asperis pulveribus, superficiei maxima scabrities tollitur, nihilominus admodum inæqualis semper manet propter incisuras; quas pulvisculi incidunt, tum propter poros corporis; nihilominus, simulac lævigatio aliquousque peracta est, corporis superficies splendere, & lucem ordinate re-percutere incipit, ac si perfectissime lævigata foret: quod, nisi vis quædam extra superficiem corporis emanans detur, quæ radios illapsos reddat, antequam ad ipsas partes solidas pervenerint, concipi nequit (1).

2. Hæc igitur vis quasi superficiem quandam virtuales format, quæ lucem repercutit; nisi hæc foret, concipi nequit,

eorum, quæ ponuntur, experimentis & observationibus confirmari queat, simplicis conjecturæ limites haud excedere adfirmandum est.

Illud verosimilius & ingeniosius est, quod hac de re nuper mihi communicavit Vir Cl. Nicolaus de Martino, cum de mathesi universa, tum rerum naturalium scientia insigniter meritus. Circa corpora quæque sive diaphana, sive opaca ad certam usque distantiam attractionis medium protendi jam toties indicatum est: idque adeo experimentis congruum, ut nulli obnoxium dubio videatur. Ad ejusmodi medium cum lucis radii ex aere accedunt, ibidem ejus attractionis vi sistuntur, totumque id medium lucis particulis repletum novam rarissimam lucis particularum atmosphæram constat, cujus ob summam raritatem vel nulla vel exigua admodum est attractio. Qui porro ex corpore luminoso sequuntur radii, huic rarissimæ lucis atmosphære ex aere occurrunt; adeoque præpollenti aeris attractione curvilineo cursu ad ipsum aerem redeunt, simili ratione, quæ §. 665. est indicata.

Idipsum quoque explicari potest, non spectata aeris fortiori attractione, cujus quidem effectus ob summam exiguitatem contemni merito potest. Si scilicet statuatur, quod a vero minime abludit, lucis atmosphæram prope corporis superficiem

efformatam elasticitate pollere; ita enim ab incidentibus magna vi lucis radiis infecti illam oportet, ac porro restitui, eisdem lucis radios secum serenem, qui proinde redibunt, vel per eandem viam, sive perpendiculariter impegerint, vel si oblique, reflexionis angulum angulo incidentiæ parem efficiendo.

(1) Quod polita vitri superficies utut minutissimis excavata rasuris radios ad unam modo partem ordinate regerat, argumento est, majores ejus superficiei inæqualitates asperis pulveribus abrasas fuisse, tum quæ supersunt exigua copia, minutissimaque subtilitate, non cohibere quominus maxima saltem radiorum pars ordinate regeratur: radiorum qui eis inæqualitatibus quaquaversum reflectuntur, exigua admodum quantitas est, longe major, quæ ordinate remittitur. Nulla igitur repellendi vi extra corporis superficiem protensa opus est, ut ordinatæ radiorum reflexionis ratio detur. Quin, etsi reapse dari ejusmodi vim expellentem supponamus, nec inde quæsito satis fit; superficies enim, qua circa corpus ea vis terminatur, suas etiam inæqualitates habere debet, utpote ipsius corporis superficiei, ex qua prodit, parallela, atque adeo eodem modo regeri ex illa radios oporteret, quo per ipsammet corporis superficiem reflecterentur.

quit, quo pacto in speculis vitreis tantum duas objectorum imagines & non innumeras videamus: quod contingere deberet, si partes solidæ lucem reflecterent; quippe in vitro partium solidarum strata sunt plurima, quæ singula, lucem reddendo, plurimas imagines efficerent (1).

3. Nec corporum superficies posterior lucem reflectit, sed vis attrahens, ex superficie exiens, quæ radios egres- sos ad corpus retrahit, atque ita repellit, veluti exhibuimus in Tab. 1. fig. 7. nam posterior lucis reflexio sive porius inflexio & recursus fit simulac hæc obliquius, quam sub angulo 40 vel 41 graduum, ex vitro in Aerem, aut in spatium vacuum exiret. Concipi igitur nequit, Ae- rem, rarissimum Fluidum, poros vitri obturasse, cum lu- cem in minori obliquitate allapsam transmittat: verum Aer nihil facit, quia in vacuo lux fortius redit, minus- que e vitro exire videtur: ibi nihil est, quod vitri poros obstruit. Sed quoque non a partibus vitri solidis, super- ficiem constituentibus, fit reflexio; nam simulac Aqua, Oleum, vel aliud vitrum superficiei apponitur, non fit lucis reflexio, sed transitus: tum vero superficiei partes so- lidæ non sunt mutatæ: quid igitur mutatum? Virtutis attrahentis in vitro actio, propter vim attrahentem A- quæ, Olei, vel alterius vitri appositi.

§. 1027. Reditus igitur lucis a vitro corporibusque pelluci- dis duplex est: qui enim a superficie anteriori fit, oritur a vi repellente; qui a superficie posteriori, oritur a vi attra- hente: Sit corpus *ABCD*, (Tab. 7. Fig. 2.) ex cuius su- prema superficie *AB* vis repellens usque ad *IH* egreditur, & vis attrahens usque ad *KL*. Radius *OP* admodum obli- que illapsus in vim repellentem *IH*, multum retardatur; inflectitur in *Q*, repellitur in via *QR*, reverberaturque in *RS*. Verum si radius *op*, minus oblique in *IH* inci- disse,

(1) Cum in vitro ceterisque dia- phanis corporibus meatus ab una ad alteram superficiem recta pateant, qui radii eos ingrediuntur, solidis aliis partibus non occurrunt, verum libere ad oppositam usque superfi- ciem descendunt, ex qua vel recta egrediuntur, vel curvilinea semita in vitrum redeunt, ex eadem an- tica superficie remittuntur, quem-

admodum paulo ante innuimus. Qui vero radii in laterales meatuum pa- rietes impingunt, ab his reflexi non ideo ex vitro exeunt, sed aliis pa- rietum partibus occurrentes, reite- ratas reflexionibus intra ipsorum cor- porum substantiam irretiuntur, & veluti suffocantur: quamobrem ad- ducto argumento, non magna est vis.

diffet, majori vi recta progredietur, quamvis e via aliquantum extractus, adeo ut exiguam curvam *pg* describat, perveniens deinde ad vim attrahentem *KL*, acceleratur, & curvam alio situ positam *qr* emetitur. Reditus lucis a posteriori superficie expositus est in §. 1026. Videntur omnia pellucencia corpora ab hujusmodi duabus differentibus viribus ambiri.

§. 1028. Hinc intelligimus, quænam corpora sint opaca  
1. Atomî non porosæ. 2. Particulæ, quarum pori angustiores sunt, quam ut lucem transmittere possint. 3. Corpora majora, ex quorum superficie vis magna repellens exit. 4. Corpora majora, quorum partes amplius relinquunt poros, & a se procul distant, ita ut suam vim attrahendi aut omnem, aut fere omnem in lucem exerçant, qua fit, ut lux continuo in lineis fere curvis ad singulas particulas deferatur, inæqualiter ab iis reflectatur, atque ita intercepta quasi, transire impediatur; aut postquam transierit, motu inordinato egrediatur, ut non amplius videri possit. Simulac igitur horum corporum pori Medio aliquo, lucem etiam attrahente, implentur, non amplius lux motu adeo inordinato, & in iisdem curvis, a vi attrahente partium agi potest, sed conspirantibus viribus attrahentibus tum Medii, tum partium, lux in rectis lineis moveri poterit, adeoque per corpus transibit, ut ex inspecto schemate colligi potest.

§. 1029. Proinde corporis poros implendo, id ex opaco fiet pellucidum. Quo id Medium, poros implens, lucem magis attraxerit, ita ut æquali vi ac corporis partes in eam agat, eo corpus ex opaco pellucidius evadet. Hoc omne nititur observationibus. Charta pura alba fere est opaca, ejus poros Aqua imple, sive chartam humecta, pellucebit: sed imple poros oleo, hoc lucem fortius quam Aqua trahit, jam multo pellucidior erit charta: sed omne oleum non æque fortiter lucem trahit; observavit Nob. Newtonus oleum Terebinthinæ vim lucem refringendi habere, quæ esset ad eam olei olivarum, veluti 13222 ad 12607: idcirco chartam inunge oleo Terebinthinæ, nunc instar vitri fere pellucet, & multo magis, quam uncta oleo Olivarum.

Vitrum pellucidissimum in pulverem contundatur, pulvis erit albissimus, opacus prorsus, uti vitreo plano impositus apparet; poros pulveris imple Aqua, incipiet aliquantum



tum pellucere; poros imple oleo Terebinthinæ, jam pellucebit; partes propius iterum adige liquefaciendo, prior pelluciditas redibit.

Albumen ovi pellucidum conquassa, ut spumet, erit spuma albißima, opaca; cessante spuma, redit pristina pelluciditas.

Acetum cum oleo Olivarum conquassa, utrumque seorsum pellucet, junctum utcumque, opacissimum est fluidum.

Aqua admodum pellucet, ea in vaporem ope ignis reducatur, multo minus pellucet: hinc in laboratoriiis Tinctorum & Cerevisiariorum tantæ ab assurgentibus vaporibus tenebræ. Hinc & adscendentes vapores hi, tum & fumica. minorum nubes opacas in Atmosphæra volitantes constituunt. Lapis, Oculus mundi dictus, opacus est; qui peris Aqua impletis pellucet: Simile quid in gypso notavit Nob. Hugenius (a); quum enim gypsum, instar calcis cum Aqua subactum, recipienti Boyleano circumfudisset, materia erat opaca; postquam affuderat Terebinthinam & Oleum, hæc in poros gypsi penetrantia, illud pellucidum reddiderunt. Ex his quoque clare intelligitur, quare glacies primum generata, pellucet, & simulac ab Aere intercepto, tum ab alia quacunque causa, bullæ hinc inde in ea formantur, opaca fiat. Sed innumera similia phænomena continuo sunt obvia. Metalla pura, quia sunt satis homogenea, ad specula formanda non multum valent, verum si varia inter se permisceantur, etsi tum mixturæ partes secum vix congruant, parum cohæreant, poros inordinatos intercipient, nihilominus oritur Metallum aliquod, fortissime lucem repercutiens, & speculis optim. inserviens (b).

§. 1030. Non autem credendum est, lucem esse ideo corpus ab aliis diversum, quoniam per poros corporum patulos non transit: plurima ejusmodi exempla habemus. Aqua non transit per amplissimos Cilicii camelini poros; imo nec Aqua, nec Vinum, nec Cerevisia, nec Vini Spiritus, per poros cadorum ligneorum, aut suberis, admodum patulos fluit, cum tamen oleum, multo spissius prioribus, vix a cadis retineri possit. Mercurius per chartam, linteamina, corium non facile transit, nisi prematur; constat tamen ex partibus multo subtilioribus, quam sunt horum corporum meatus.

§. 1031.

(a) *Phil. Transf.* N. 122. (b) *Smith. Optiks.* §. 787.

§. 1031. Interim cavendum est, ne opinemur, corpora esse omnino opaca, quæ ruditer examinata, opaca nobis apparent; huiusmodi enim pauciora sunt, quam fides fert, si in obscuro examinentur loco, eaque Sol ab una parte illustret. Ecquis credidisset, digitos nostrarum manuum instar cornu pellucere? quod tamen verissimum; & idem in corporibus multis observatur.

§. 1032. *Speculum* vocamus omne corpus, quod tali superficie lævigata & vi repellente donatum est, ut lucem illapsam ordinate reflectat. Concipiemus in sequentibus specula ejusmodi metallica, vel quæ anteriori sua superficie lucem reperiunt.

§. 1033. Si lucis radius  $AC$  (*Tab. 8. Fig. 4.*) in speculum inciderit, angulus reflexionis  $BCO$ , æqualis angulo incidentiæ  $ACO$  observatur (1).

§. 1034.

(1) Hanc reflexionis legem, cui pene tota innititur Catoptrica, non a priori, ut dici solet, deductam, sed veluti experientia & observatione notam hic accipit Auctor; eaque instar axiomatis, quemadmodum communiter ab Opticis fieri solet, in sequentibus utitur. Ex pluribus vero experimentis, quibus ejusmodi reflexionis lex liquido constat, en unum: Super speculo plano (*Vide fig. 16. Tab. Addit.*)  $MN$  collocetur semicirculus  $BLC$ , itaut centrum ejus sit in  $A$ , & superficies ad speculum perpendicularis: tum sumantur æquales arcus  $BE$ ,  $CF$ , ductisque  $AG$ ,  $AH$ , sit in  $G$  objectum, oculus vero in  $H$ . Hic observabit objectum  $G$  per radium a puncto  $A$  reflexum, itaut si punctum  $A$  tegatur, non amplius apparebit objectum. Radius ergo incidens  $GA$ , & reflexus  $AH$  cum speculo  $MN$  pares angulos faciunt.

Hujus autem legis accuratam demonstrationem ab ipsa rei natura derivatam, utut plurimum de ea a præclarissimis Philosophis cogitatum sit, eorum tamen nullus, quem sciam, exhibere hæcenus potuit. Si lucis particulæ, quas sphaerica fere figura donatas evicimus *adnot. 2* §. 35., flexibiles & elastica vi præditæ

forent; vel si iis inflexibilibus, corporis tamen reflectentis superficies ad lucis ætum paululum intromitti, ac statim restitui posset, ejus legis facile redderetur ratio, ut in §. 455. Verum utrumque fingi tantum, nulla vero evidenti ratione stabiliri potest. Et primum quidem ingenti particularum lucis duritiæ, earumque indivisibilitati refragatur; alterum vero, si superius memorata lucis atmosphaera prope corporis superficiem fingatur, intelligi facile poterit: at simplicis conjecturæ limites ea non prætergreditur atmosphaera. Quod si Philosophorum hæc de re ratiocinia ad *xpōiv* revocare placeat, vix ullam rei spem superesse haud hæsitabis adfirmare. Spectemus potiora.

Quibusdam pro ea stabilienda reflexionis lege ita ratiocinari placuit (*Vid. P. Schotti Mag. Catopt. pag. 254.*, & *P. Traber Nerv. Opt. 1. 2. cap. 2. prop. 2.*) Sit  $GA$  (*Vide fig. 16. Tab. Addit.*) radius incidens, &  $AH$  reflexus; ponaturque, si fieri potest, angulus incidentiæ  $GAM$  angulo reflexionis  $HAN$  major; mox converso rerum ordine, positoque objecto in  $H$ , oculo in  $G$ , erit angulus incidentiæ  $HAN$  major angulo reflexionis  $GAM$ ; qui tamen

§. 1034. Adeoque radius BC, (Tab. 8. Fig. 4.) eadem v  
a puncto reflectente C redit, ac inciderat. Motus enim  
AC, radii incidentis resolvatur in AO, CO; cum mo-  
Tom. II. G tus

men prius ponebatur minor: cum-  
que idem sequeretur absurdum, si  
angulus incidentiæ minor dicatur  
angulo reflexionis, patet eundem in-  
cidentiæ angulum nec majorem, nec  
minorem esse angulo reflexionis, ad-  
eque ei æqualem. At quis in hoc  
ratiocinio manifestam contineri fal-  
laciā non videt? Positum primo  
est anulum incidentiæ GAB ma-  
jorem esse angulo reflexionis HAG;  
mox mutato situ supponitur radium  
HA minori angulo HAC incidentem  
ad oculum in G locatum reflexum  
ari; quod sane qui incidentiæ angu-  
lum majorem angulo reflexionis sta-  
tuit, nunquam concedet.

Quidam non parvi nominis Phi-  
losophi reflexionis legem ex eo o-  
stendi posse putant, quod natura  
quemadmodum in reliquis suis effe-  
ctis, ita in luce propaganda, bre-  
vissima, simplicissimaque incedat via.  
Sed radius ex dato puncto profluens,  
& inde ab opposito obice ad aliud  
punctum reflexus, brevissimum con-  
ficit iter, dummodo incidentiæ &  
reflexionis anguli pares sunt, uti ex  
§. 1036. liquebit; ejusmodi igitur  
esse debet reflexionis lex, quæ eo-  
rum angulorum æqualitatem ferat.  
At id præteritæ hujus demonstratio-  
nis vim maxime infringit, quod etsi  
simplicissimam naturalium omnium  
effectuum concedamus esse rationem,  
plerumque tamen in quo ea sita sit  
simplicissima ratio haud liquet, nec  
certa ejus cognoscendæ datur via,  
nisi a posteriori, ipsaque naturæ ef-  
fecta spectando. In ipsa quidem re-  
flexione, brevissimum esse ab obje-  
cto ad oculum lucis iter novimus,  
in eoque summam naturæ simplici-  
tatem admiramur; at id ex eo no-  
bis compertum est, quod incidentiæ  
& reflexionis angulos pares esse an-

tea ex experientiaprehendimus.

Acute quidem, & eleganter mo-  
re suo de hac reflexionis lege com-  
mentatur Isaac Barrov in suis Le-  
ctionibus Opticis. Is scilicet lucis  
radium non ut simplicem lineam,  
sed ut corpus parallelepipedum, pris-  
maticum, cylindricum imaginatur,  
utut exilissimæ latitudinis & profun-  
ditatis, veluti (Vid. fig. 17. Tab.  
Addit.) CDAB: id vero oblique in  
speculum LAO incidens, altero ejus  
termino A prius speculo occurrit,  
quam altero termino D in idem  
impingat. Qua vero parte BA ra-  
dius iniegit, per eundem AB ob-  
icis difficultatem retrocedere co-  
natur; sed cum interim altera parte  
CD eursum suum versus E continua-  
re adnitatur, ex binis contrariis mo-  
tibus eidem radio communicatis,  
termino scilicet D per DE, & ter-  
mino A per AB, rotationem quan-  
dam oriri oportet circa punctum Z  
medium rectæ DA, atque adeo ra-  
dium CDAB situm *cdab* obtinere,  
& rectam DA in *da* pervenire. Hinc  
incidentiæ & reflexionis anguli, sci-  
licet BAO, *cdl* æquales fiunt; nam  
si æqualibus ZDA, ZAd addantur  
recti *cdA*, BAD, æquales orientur  
anguli *cdA*, BAL, quorum proinde  
complementa ad duos rectos æqualia  
esse oportet, scilicet angulos BAO,  
*cdl*. At plura sunt, quæ in hanc  
ratiocinationem opponi possent mo-  
menta; unum tantum brevitatē stu-  
dio memorabimus. Quod radius sui  
termino A in speculum incidens re-  
tro nitatur per AB, assumitur qui-  
dem, sed non probatur: actio im-  
pingentis per BA in firmum obicem  
A tantundem valet, ac si per nor-  
malem KA ictus foret; ideoque  
obicis renixus non per AB, sed per  
AK exerceri debet.

tus  $AO$ , parallelus speculo, integer maneat, erit  $OB = AO$ , radius vero impingit in  $C$  motu  $OC$ , qui si non permanisset in reditu, non foret  $CO = OC$ , adeoque tum non esset angulus  $BCO = ACO$  (1). Sed æqualitas horum angulorum observatur, adeoque est vis radii redeuntis eadem, ac incidentis.

§. 1035. Radius reflexus  $CB$  (Tab. 8. Fig. 4.) jacet cum  $AC$  in plano, quod est perpendiculare ad planum reflectens  $DCE$ .

Ducta enim  $AB$ , a radio incidente & reflexo Triangulum  $ACB$  formatur, quod est semper in plano: quia autem motus  $AC$  concipitur animo resolutus in  $AO$ , parallelum ad  $DCE$ , & in  $OC$  perpendicularem; erit omne planum, quod per  $OC$  transibit, perpendiculare ad  $DCE$ .

§. 1036. Est via radii  $AC$  (Tab. 8. Fig. 4.), illapsi in speculum planum  $DE$ , & ab eo reflexi in  $CB$ , brevissima.

Suppone enim radium in  $F$ , aut  $f$ , incidere, & repercuti ad  $B$ ; erit  $AF \dagger FB$ , vel  $Af \dagger fB$  longior, quam  $AC \dagger CB$ . Producat  $AC$  in  $P$ , ut  $CP$  sit æqualis  $CB$ ; ducatur recta  $PB$ , erit  $AC \dagger CB = AC \dagger CP$ ; angulus  $ECB = ECP$ ; ergo  $BCF = PCF$ ; hinc latus  $FB = FP$ . Sed  $AF \dagger FP$  majora quam  $AC \dagger CP$ , quæ sunt  $= AC \dagger CB$ . Eodem modo  $fB = fP$ . Sed  $Af \dagger fP$  majora quam  $AP$ ; ergo  $Af \dagger fB$  majora quam  $AC \dagger CB$ . Non est propositio universalis in Speculis curvis (a).

§. 1037. Data oculi  $E$ , & objecti  $A$  positione, a dato speculo  $BF$ , invenire punctum  $C$ , a quo radius  $AC$  illapsus, ad oculum in  $CE$  redditur.

Demittantur ex  $A$  &  $E$  (Tab. 8. Fig. 5.) perpendiculares in speculum ad  $B$  &  $F$ , ducantur  $AF$ ,  $EB$ , quæ se in  $D$  intersecant, ex  $D$  dimittatur perpendicularis  $DC$ , ductis  $AC$ ,  $EC$ , erit  $AC$  illapsus, &  $EC$  reflexus. Est enim  $AB. BF :: DC. CF$ ; &  $EF. BF :: DC. BC$ ; adeoque  $AB \times CF = BF \times DC = EF \times BC$ . ergo  $AB. BC :: EF. FC$ ; & duo Triangula  $ABC$ ,  $EF C$  erunt similia, atque angulus  $ACB = ECF$ . Vel producat  $AB$

(a) Smith Optiks Rem. pag. 70.

(1) Supponatur enim vim  $OC$  evadere in reditu  $C$  per ipsa  $CO$  minorem; tum manente motu  $OB$  seu  $p b$ , non per  $CB$ , sed per  $Cb$  rediret radius, essetque adeo angulus reflexionis  $bCE$  angulo incidentie  $ACD$  minor.

AB in K, donec AB = BK, ductaque recta ECK, erit punctum C quæsitum.

§. 1038. Objecti, DE, (Tab. 8. Fig. 6.) ante speculum planum AB positi, imago LM, apparet Spectatori CH, ad eandem post speculum distantiam, qua abest objectum a speculo. 2. Imago LM est similis & æqualis objecto DE. 3. Et in eodem situ respectu oculi, ac objectum.

Ex puncto objecti D emanant radii in totam speculi superficiem, quorum DF, DG cum intermediis reflexi in FC & GH, oculum ingrediuntur: veluti ex infimo puncto E objecti tantum radii EN, EO cum intermediis, post reflexionem delati in NC, OH ingrediuntur oculum: retroducti CF, HG concurrunt in L, & retroducti CN, HO concurrunt in M: ducatur recta DL. Est angulus DFA = CFB = IFL: adeoque DFG = LFG: est angulus DGA = HGB = LGA: est latus GF = GF; adeoque Triangulum LFG = DFG. Quoniam angulus DFI = LFI, & latera LF, FI æqualia lateribus DF, FI, erit LI = DI. Ducta quoque ME, pari modo ostendetur recta ZM = ZE: adeoque imago abest tantundem post speculum, ac objectum anterius ab eo distat. 2. Quia angulus DFB = LFB, & EOA = MOA, FO = FO, LF = DF, MO = EO, erit LM = DE; adeoque imago est æqualis objecto: & 3. in eodem situ respectu oculi (1).

§. 1039. Idcirco Spectatori, stanti ante speculum planum, dextræ sui corporis partes apparebunt sinistræ, & contra. 2. Tum si Spectator ad speculum accesserit, vel ab eo recesserit, imago tantundem ad speculum accedere, vel ab illo videbitur recedere.

§. 1040. Si speculum planum CD (Tab. 8. Fig. 7.) jacet horizonti parallelum, objectum AB sit ad horizontem perpendiculare, id Spectatori O inversum, uti ha, apparebit; nam puncta A & B objecti debent apparere post speculum in a & b, quantum a parte anteriori absunt a speculo. Demonstratio eadem est ac in §. 1038.

G 2

§. 1041.

(1) Cum anguli ad I æquales esse debeant ex demonstratis, erit recta DI speculo AB normalis: dicitur que idcirco DI *catetus incidentiæ* puncti D, quemadmodum EZ *catetus incidentiæ* puncti E. Sed puncta D, & E videntur in L & M: igitur

punctorum radiantium imagines per speculum planum in concursu radiorum reflexorum cum suis catetis apparent; quod etiam in sphaericis sive concavis, sive convexis speculis locum habet.

§. 1041. Si speculum planum  $CD$  (*Tab. 8. Fig. 8.*) sit inclinatum ad horizontem sub angulo  $45$  graduum, objectum verticale  $AB$  apparebit Spectatori in  $OH$ , horizontale, veluti in  $ab$ . Si autem objectum  $ab$  sit horizonti parallelum, apparebit Spectatori in  $oh$ , perpendiculare ad horizontem, veluti est  $AB$ . Demonstratio est eadem ac in §. 1038. (1).

§. 1042. Si vero speculum vitreum  $KBDE$  (*Tab. 8. Fig. 9.*) fuerit posteriori superficie obductum Mercurio, hujus utraque superficies lucem reflectet, adeoque punctum  $C$  objecti spectatori  $OR$  apparebit duplici imagine in  $A$  &  $a$ , una nempe  $A$ , quæ remotior est, reflexa a superficie anteriori speculi  $BE$ ; altera  $a$ , quæ propior apparet, reddita a superficie posteriori  $KD$ , & visa ope radiorum in exitu ex vitro refractorum, atque facientium, ut  $a$  propius oculo appareat. Optime hæc duplex imago conspicitur, si candela ardens ante speculum ponatur, atque oblique percussos videat Spectator radios: ut & si vitrum crassum fuerit. Admodum oblique intuenti speculum apparebit flamma non modo gemina, sed sexies vel sæpius repetita, quia nonnulli radii percussi a posteriori vitri superficie ad anteriorem, exeunt quidem ex speculo, alii vero minus fortis ab anteriori superficie iterum ad posteriorem reperiuntur; horum nonnulli, ad anteriorem reflexi, exeunt, ad posticam superficiem reperiuntur; quæ reperiuntur ab ambabus superficiebus, & ex anteriori egressus, aliquoties repetuntur, donec ex anteriori superficie speculi tam pauci radii exeant, ut non satis fortes sint ad imaginem visibilem exhibendam.

§. 1043. Si duo specula plana  $AB$ ,  $AC$  (*Tab. 8. Fig. 10.*) ad angulum rectum  $BAC$  fuerint juncta, objectum  $S$  a Spectatore inter speculum  $AC$  & rectam  $AO$ , angulum

(1) Ponatur enim radios reflexos  $qO$ ,  $pH$  retroductos concurrere in  $a$ ; itemque reflexos  $rO$ ,  $sH$  concurrere in  $b$ ; & eodem modo ac in §. 1038. demonstrabitur  $Aq = qa$ ,  $Ap = pa$ . Est præterea angulus  $AqC =$  angulo  $Cqa$ ,  $Cq = Cq$ : ergo in trigonis  $ACq$ ,  $aCq$  anguli ad  $C$  erunt æquales; adeoque singuli se-

mirecti seu graduum  $45$ , & integer angulus  $ACA$  rectus erit. Eodem modo rectus demonstrabitur  $BCb$ ; ideoque verticale objectum  $AB$  apparebit horizontale in  $ab$ . Similiter demonstratur, quod si objectum horizontale  $ab$  oculo  $oh$  spectetur in speculo  $CD$ , id appareat verticale in  $AB$ .

lum rectum bifariam dividentem, posito in X, videbitur semel in speculo AB, bis in AC.

Ex S enim emissus radius SE, post unam reflexionem a puncto E pervenit ad oculum X; adeoque objecti imago post Speculum AB videtur: verum alter radius SD reflectitur in F, a quo ad X repercutitur; ab S alter radius SM emanans, reflectitur ab M ad X; quamobrem duplex imago objecti S post speculum AC apparebit.

§. 1044. Si bina specula AB & AC (Tab. 8. Fig. 10.) angulum acutum contineant, objectum vero R in recta AR, bipartito secante angulum, ponatur, oculus in X, inter speculum AC, & rectam AO, videbit objectum aliquoties, propter radiorum reflexionem diversam ad uno speculo in alterum. Nempe si angulus BAC sit 65 graduum, oculus in X videbit objectum quinquies in speculis, bis in AB, ter in AC, & dein ipsum objectum.

Si angulus 60 graduum, videbitur objectum & sexies adhuc in speculis.

Si angulus 50 graduum, videbitur objectum septies in speculis. Si angulus 40 grad. videbitur novies in speculis.

Si angulus 36 graduum, apparebit objectum decies repetitum in speculis, & si angulus fuerit 30 graduum, videbitur undecies in speculis: & sic porro saepius repetitum, quo specula angulum acutiorem inter se comprehenderint (1).

G 3

§. 1045.

(1) Specialis qui hic recensentur casus, aliique innumeri sequenti theoremate continentur omnes, quod scilicet. Si duo specula plana (Vid. fig. 18. Tab. Addis.) HT, & XZ jungantur sub angulo X, sitque oculus O intra angulum X constitutus, hic objecti A intra eandem angulum positi imaginem toties vides, quot catheti loca imaginum determinantes, & extra angulum XXT terminare duci possunt. Ducatur scil. ex A ad speculum XZ cathetus AB, quæ ad C producta habeat AB=AC; ex C ad speculum XY ducatur perpendicularis CD, quæ erit cathetus alter, eaque ad E usque producat, donec DE ipsi BC sit æqualis; ex E ad speculum XZ sit perpendicularis, seu cathetus

alter EF, quæ ad G usque producat, donec EF ipsi FG sit æqualis; ex G similiter sit quarta cathetus GI, & ex I quinta IL, quæ demum intra angulum YXZ terminatur, positis scil.  $GH=HI$  &  $IK=KL$ . Videbuntur ab oculo O quatuor imagines in C, in E, in G, in I. Prima quidem imago videtur ab oculo O per radium TO a speculo XZ reflexum; secunda in E videtur per radium primo ex V ad R reflexum, tum ex R ad oculum O, tertia videtur in G per radium AK, ex K ad D reflexum, ex D ad S, ac demum ex S ad oculum O; ac demum quarta imago videtur in I per radium ex A in M, ex M ad N, ex N ad P, ex P ad Q, ac demum ex Q ad O; & in genere per tot reflexiones quælibet vide-

S. 1045. Si duo specula CB, ED (*Tab. 8. Fig. 11.*) fuerint sibi parallela, inter quæ objectum A ab una parte, oculus O ab altera, videbuntur series imaginum A in infinitum excurrentes.

Sit ducta recta KH perpendicularis ad utrumque speculum. Cape  $DF = AD$ , ducatur recta FMO, ut & A M; apparebit imago objecti A in F; nam est angulus A MD = EMO.

Capiatur AG duplo major, quam est distantia amborum speculorum, duc GPO, & BI = BA; tum PI; apparebit objectum A in G, ope repercussionum radiorum AN, NP, PO: nam in duobus Triangulis BNI, BNA, similibus & æqualibus, est angulus BNI = BNA; præterea DI = DG, nam est  $AG = 2 BA + 2 AD$ , hinc  $DG = 2 BA + AD$ , sed est  $DI = 2 AB + AD$ , ergo  $DG = DI$ ; adeoque Triangulum IPD = DPG, & angulus IPD = DPG = OPE, quare OP est reflexus a PN, qui est etiam reflexus ab AN, unde imago videbitur in G.

Deinde sumatur FH æqualis duplæ distantie speculorum, ducatur recta HO, quæ secet ED in S, fiat BL = BF, erant duo Triangula RBL, RBF æqualia & similia, unde angulus LRB = FRB. Est vero DL = DH, quia constat ex BL + BD, quibus est æqualis DH: hinc Triangulum LSD est = HSD & angulus LSD = HSD = OSE; quare radius OS est reflexus ab RS, hic reflexus ab RQ, qui iterum reflexus ab AQ, adeoque videbitur objectum A in H.

Pari

videtur imago, quot cathetis opus est, ut determinetur; quemadmodum vel ex ipsa schematis inspectione facile quisque ex se poterit demonstrare.

Quod si ex A ad alteram speculum XY demittatur cathetus Aa, factaque  $Aa = ab$ , eodem, ut ante, modo, tot catheti ad utrumque speculum ducantur, quot extra angulum YXZ terminantur; videbuntur quæ oculo tot aliæ imagines, quot sunt ejusmodi catheti. Sed quo angulus YXZ fuerit acutior, eo majores numero ad utrumque speculum duci possunt catheti, quæ extra an-

gulum terminantur; ergo quo idem angulus fuerit acutior, eo plures videri poterunt ejusdem objecti imagines. Plura hac de re specialia prosequitur Traber in *Nervo Opt. l. 2. c. 4. & 5.*; ac quisque per se experiri facile poterit, si duo specula plana ita aptari curet, ut instar libri ad arbitrium aperiri atque claudi possint.

Adnetari autem oportet in adducto schemate 18. *Tab. Addit* aberratum esse ab hypothese, idque corrigendum ponendo  $EF = GH$ ,  $GH = HI$ ,  $IK = KL$ , & OQ, QI, item OR, RE in directum positas esse:



Pari modo pergendum erit, tumque patet objectum A sapius repetitum visum iri a spectatore O (1).

§. 1046. Ex huc usque traditis Polemoscopium, & aliæ Machinæ Catoptricæ intelliguntur, de quibus Dechales, Wolfius, Smith, alique Authores egerunt, de hisce, cum opus est, consulendi. Polemoscopium sequens est; in tubo KNDM, (Tab. 8. Fig. 12. & 13.) aperto ad AK, oblique speculum AB ponitur, ipsique parallelum alterum speculum CD, in E est canalis perforatus, cui applicatur oculus; objecta igitur externa S radios vibrant in speculum AB ad F, qui sub æquali angulo ad P, & inde ad E, repercutiuntur; ita ut oculus hic positus objecta S videat. Simili utrunque modo Telescopium reflectens est compositum.

§. 1047. Si radii lucis AX, CK (Tab. 9. Fig. 1.), in speculum sphaerico-convexum NKXP, paralleli ad axim ejus XB, incident, hi reflexi a speculo divergent, formaturi focum imaginarium in E, quæ est media distantia inter centrum F speculi, & ejus superficiem KX.

Sint duo radii AX, CK sibi proximi, ex centro F, per punctum K incidentiæ, ducatur recta FKL, quæ erit cathetus (2); tum recta EKM, erit MK radius reflexus, si CK fuerit incidens. Nam est  $EF = EX$  ex hypothesi: sed est  $EK = EX$ , quia sunt radii sibi proximi, ergo  $EK = EF$ ; hinc in Triangulo Isoscele angulus  $EKF = EFK$ , qui est æqualis  $CKL$ , ob parallelas CK, XF, & est  $MKL = EKF$ ; ergo  $CKL = MKL$ .

§. 1048. Si radii divergentes EB, ED (Tab. 9. Fig. 2.), in speculum sphaerico-convexum BD inciderint, erit focus imaginarius in C, si capiatur AC, CB :: AE, EB.

Ex centro A per D, ducatur cathetus ADR, tum

G 4

cen-

(1) Imago objecti A videtur in F, in G, in H &c. per radios ex speculo ED tandem ad oculum O reflexos. Sed videri quoque potest similis imaginum series in catheto AB per radios a speculo AH tandem ad oculum O reflexos. Utriusque autem seriei imagines remotiores proximioribus minus distinctæ minusque clare sunt, quod scilicet pro remotioribus videndis imaginibus plures occurrant reflexiones, quam pro propioribus; in singulis vero reflexionibus lumen debilius redditur.

(2) Est enim FK perpendicularis ad peripheriam NKP, cum per ejus centrum transeat. Dicitur FK cathetus obliquationis, ut distinguatur a catheto incidens, quæ est normalis a puncto radiante ad reflectentem superficiem ducta; & a catheto reflexionis, quæ est perpendicularis a quocunque radii reflexi puncto ad eandem superficiem. Hæ tres catheti in sphaericis speculis, siue concavis, siue convexis concurrunt in ejus sphaeræ centro, cujus superficiem specula partes sunt.

centro E, radio ED describatur arcus, secans cathetum in R, ducatur ER, per D ducatur CDN parallela ad ER, erit punctum C quæsitum: est enim, propter arcum BD parvum,  $CD = CB$ , &  $EB = ED$ ; adeoque AC, CD: AE, ER; sive AC, CB::AE, EB. Est vero angulus EDR incidentiæ, cui est in Triangulo Isoscele angulus ERD æqualis; huic vero ob parallelas ER, DN, est æqualis RDN; adeoque radii incidentis ED, erit reflexus DN.

§. 1049. Quia est AE, EB::AC, CB, (Tab. 9. Fig. 2.) erit componendo  $AE + EB$ , EB::AB, CB; adeoque quo  $AE + EB$  ad EB, maiorem rationem acquirit, eo etiam AB ad CB maiorem rationem habebit. Quare radiante puncto E ad speculum accedente, etiam focus imaginarius C propius accedet. Et posito objecto in B, erit etiam imago in B, hoc est in superficie speculi.

Punctum C etiam invenitur hoc pacto: quia  $AE + EB$ , AB::EB, CB; sit F focus radorum parallelorum, capiendi terminorum primæ rationis dimidia, erit EF, FA::BE, BC.

§. 1050. Si autem ex puncto objecti E (Tab. 9. Fig. 3.) in superficiem BDS, concipiamus plurimos illapsos radios, eosque reflexos, hi omnes retroducantur, formabunt intersectionibus suis curvam C, C, C, quam omnes hi retroducti tangunt: ab hac curva videbuntur oculo, extra speculum posito, radii procedere; adeoque imago objecti E, in hac curva apparebit.

Et moto objecto E circa speculum, movebitur eodem modo curva C, C, C, adeoque objectum semper erectum apparebit.

Quia vero objectum, quantum videri potest, videtur in portione hujus curvæ C, C, (Tab. 9. Fig. 4.) apparebit imminutum; veluti in hoc schemate, in quo EF objectum, ex puncto E emissi radii EB, EG cum intermediis, a speculo ad oculum DH, reflectuntur, qui retroducti videntur ex I provenire; & radii FM, FN cum intermediis a speculo ad oculum reflectuntur, ac retroducti videntur emanasse ex puncto L; quare totum objectum EF, in IL, propius speculo, imminutum, in situ erecto, & aliquantum difforme conspicitur (1).

§. 1051.

(1) Quod objectum speculo convexo spectatum imminutum appare-

§. 1051. Si fuerit speculum sphærico-concavum ZBDH, (Tab. 9. Fig. 5.) in quod radii paralleli AB, ED, parum a se distantes incident, & quorum AB transit per centrum speculi, hi reflexi in puncto C, medio inter centrum speculi A, ejusque superficiem ZBD, concurrent.

Nam radius AB perpendiculariter illapsus in B, redit eadem via: ex centro speculi A ducatur cathetus AD, erit radii ED angulus incidentiæ EDA, cui debet esse æqualis angulus reflexionis CDA. Quia BD arcus exiguus, erit  $CB = CD = CA$ : quare ACD est Triangulum Isosceles; cumque angulus CAD = EDA, erit  $CDA = EDA$ : ergo punctum C erit focus, vel concursus radiorum.

Si autem radius GH magis ab axe AB distiterit, datoque catheto AH, erit CH notabiliter major, quam CB; ergo angulus CHA minor, quam CAH; adeoque radio GH incidentes, non erit reflexus HC, sed radium AB inter C & B secabit: quare hujusmodi radii magis distantes ab axe AB, circellum formabunt supra planum, quod esset perpendicularare ad axim AB in C. Hic circellus vide-

re debeat, vel ex eo facile liquet, quod quemadmodum in speculo plano, ita etiam in curvo quovis sive convexo, sive concavo, cujusvis radiantis puncti imago videri debeat in concursu I catheti incidentiæ & radii reflexi, uti ex superius positis facile liquet, demonstratumque Tacqueto, *Catoptrica lib. 1. prop. 12.* Wolfio *Catoptrica cap. 3. Theor. 35.* aliisque. Sunt autem extremorum objecti punctorum E, F, catheti incidentiæ EC, FC, quæ scilicet ex iisdem extremis objecti punctis ad centrum convexitatis C ducuntur; spatio igitur ipsis EC, FC comprehenso contineri debet objecti imago, inter objectum scilicet EF, & convexitatis centrum C. Atqui id spatium coarctatur, angustiusque fit versus C; necesse igitur est, ut hoc spatio comprehensa imago suo objecto minor appareat.

Spectari hic etiam oportet, quod eum puncti radiantis imago videri semper debeat in concursu catheti

incidentiæ cum suo radio reflexo, cumque contingere quandoque possit hic concursus vel in ipsa speculi superficie, vel extra speculum, objecti imaginem conspici quandoque necesse est vel in ipsa speculi superficie, vel extra speculum. Extra quidem speculum videbitur objecti imago, cum angulus qui in centro speculi sit a catheto incidentiæ, & catheto obliquationis, major fuerit duplo anguli incidentiæ seu anguli ex radio incidenti facti cum tangente ad id incidentiæ punctum spectante. Quod si anguli incidentiæ duplex fuerit, qui sit a cathetis incidentiæ & obliquationis, tum in ipsa speculi superficie objecti imago apparebit. Quod si denique idem angulus qui a cathetis sit duplo incidentiæ angulo minor fuerit, objecti imago intra speculum semper videbitur. Hæc tantum indicasse nobis sufficiat, quorum demonstrationem videlicet in Wolfii *Catoptrica cap. 3. Theor. 41. 42. 43.*

videtur omnino formari a radiis Solis in superficiem speculi illapsis, vocaturque focus (1).

§. 1052. Si in puncto C (Tab. 9. Fig. 5.), medio inter centrum speculi A, ejusque superficiem B ponatur radians, hujus lux in lineis parallelis DE, HG, reflectetur, propter æqualitatem inter angulos incidentiæ & reflexio-

(1) Radium itaque parallelorum vires per reflexionem a speculo concavo spherico valde intenduntur prope punctum C, circa quod iidem radii maxime condensantur: hinc haud mirum esse debet si inflammabilia quæque ibi accendantur, & liquabilia liqueant. De Tschirnahusiani speculi omnium celebratissimi viribus ustorii sequentia, quæ in Actis Eruditorum Lip. A. 1687. Mensis Jan. memorantur, admirationis plurimum habent. 1. Admotum foco speculi lignum momento flammam concepit, quam ne ventus quidem valentior facile extinguat. 2. Aqua intra vasculum figulinum ei applicatum extemplo effervescebat, ut ovis injecta statim fiant edulia; resento ibidem parumper vasculo, aqua omnis evaporat. 3. Massa stanni, plumbive, tres pollices crassa, simul ac foco admovebatur, gustatim liquecere, pauloque ibi densa continuo fluitare incipit, donec spatio 2 aut 3 minutorum plane perirebretur. 4. Lamina ferrea aut Ebalybea Foco admosa, in aversa a speculo superficie, qua parte focum contingit, illico candescere conspicitur, pauloque post in foramina debiscit; quorum tria intra sex minuta horaria lamina ingesta. 5. Cuprum, Argentum &c. foco admoso colliquefunt. 6. Quæ liquefactioni obnoxia non sunt, ut lapides. lateres &c. brevi inflat ferri igniti candescunt. 7. Ardoria a vestigio candescit, & intra paucos minutos in vitrum nigrum non inelicans transmutatur; cuius si pars aliqua candescens forcipula prehensa detrahatur, in fila vitrea simul diducitur. 8. Tegule intensissimum ignis astum alias perpeffa exigui temporis lapsu

in vitrum flavum deliquescent; quemadmodum & 9. testa ex ollis non solum probe percussit, sed modo etiam ignis admosi usa duratis in vitrum nigro-flavum. 10. Pumen montium, ut vocant, in officinis ignivomorum ustus solari hoc igne in vitrum candidum & pellucidum funditur. 11. Cyucibuli solidissimi pars foco exposta intra 8 minuta in vitrum confusa est. 12. Ossa in vitrum aliquod opacum, & gleba ex terra excisa in flavum, post subinde nigrum mutatur.

Archimedis & Procli specula maxime veteribus celebrantur, quod scilicet Archimedes Romanorum classes prope Syracusas, ejusmodi ustorii speculis combusserit, Proclus vero Vitaliani naves prope Byzantium. At quin reapse id sphericis ustorii speculis præstitum fuerit non leve est Viris Cl. dubium: ejusmodi enim speculorum focus quarta diametri parte ab ipso speculo distat; cumque observante Kircherò Syracusas transeunte, Romanorum naves ad distantiam 30 passuum combustæ ab Archimede fuerint, necesse omnino est, ut ejus speculi diameter 120. passus ad minimum habuerit; quod sane ulla humana arte laborari posse non facile crediderim. Accedit eodem quod intelligi nulla ratione possit, qui Romanorum classes ad ejusmodi speculi focum, seu inter speculum & Solem mediæ esse potuerint. Quæ vero ratione navium combustionem vel Archimedes, vel Proclus parabolicorum speculorum medio obtinere potuerit a nobis declaratum est in Schol. 2. cap. 2. Sect. Conic., quas ad calcem Elementorum Geometriæ P. Tacquet puper hic eulorum, adjecimus.

flexionis. Hinc usus horum speculorum est magnus ad lucem in longissimum intervallum projiciendam (1).

§. 1053. Si objectum radians in centro A speculi ponatur, omnes radii in speculum illabuntur perpendiculariter, adeoque ad centrum A redibunt; proinde si oculus fuerit in A positus, omnes radios, a quolibet sui puncto emissos, recipiet; adeoque confusæ imaginem sui per totum speculum diffusam videbit.

§. 1054. Si objectum E (Tab. 9. Fig. 6.) radians ponatur ultra speculi centrum A, & in speculum radii divergentes EB, ED, sibi propinqui incident, erit concursus radiorum in C, & distantia ejus CB a speculo, ad CA, distantiam ab hujus centro, veluti est BE, distantia objecti a speculo, ad EA, distantiam objecti a centro.

Cum BD sit arcus exiguus, erit  $EB = ED$ , &  $CB = CD$ , quia autem ponitur CB,  $CA :: BE$ , EA; erit C D,  $CA :: ED$ , EA, sive CD, ED :: CA, EA, adeoque per 2. l. 6. Elem. erit angulus CDA = EDA. Sed EDA est angulus incidentiæ, adeoque CDA erit reflexionis.

Quia  $BE, EA :: CB, CA$ , erit componendo  $BE + EA, EA :: CB + CA, CA$ , permutando  $BE + EA, A B :: EA, CA$ ; & prioris rationis capiendo partes dimidias, (posito I. foco radiorum parallelorum) erit EI, BI :: EA, AC. Est hæc regula eadem ac in §. 1049. data fuit, & hinc universalis.

Quare punctum C erit focus radiorum emanantium ex E, in hoc foco positus oculus pari modo objectum, ac in §. 1053. videt.

Ex hoc foco C radii exeunt divergentes, veluti CG, CH; quamobrem oculus positus in GH, objectum E, quali in C, & inversum videbit.

Si autem objectum radians fuerit positum in C, radii ejus a speculo reflexi concurrent in E, quare ibidem in Aere objectum repræsentabitur, quod ab oculo, ultra E posito, videbitur in E, & inversum.

§. 1055.

(1) Verum id est de radiis, qui in puncta speculi ZBH incident, non multum a puncto B remota, itaut radii incidentes veluti CB, CD pro aequalibus haberi possint: finge enim punctum H paulo a B remotius, jam erit CH major CB seu CA,

adeoque angulus incidentiæ CHA minor angulo CAH, seu ducta HG ipsi BA parallela, minor angulo AHG; igitur radius reflexus non per HG incedet, sed ad A B paulo inclinatus.

§. 1055. Si objectum E ( *Tab. 9. Fig. 7.* ) intra quartam partem diametri sphaerae ponatur, e qua formatum est speculum, erit distantia CB foci imaginarii a speculo, ad distantiam CA hujus foci a centro speculi, uti distantia BE objecti a speculo, ad distantiam EA objecti a centro speculi.

Radius ED incidat, ducatur cathetus AD, & ER parallela ad CDN: erit propter BD, arcum exiguum,  $EB = ED$ , &  $CB = CD$ .

In duobus Triangulis AER, ACD similibus, est  $AE, ER :: AC, CD$ . Supponantur posita  $AE, EB :: AC, CB$ ; quia  $CB = CD$ , erit  $AE : EB :: AE : ER$ ; ergo  $EB = ER = ED$ , hinc ERD est Triangulum Isoceles. Est vero angulus  $ERD = ADN$ ; ergo angulus EDR incidentiae = ADN reflexionis, & punctum C est focus imaginarius.

Quia  $CB, CA :: BE, EA$ , erit componendo  $CB + CA, CA :: BE + EA, EA$ , & permutando  $CB + CA, BE + EA :: CA, EA$ , & capiendo prioris rationis dimidium, ( posito foco radiorum parallelorum in I ) erit  $CI, IA :: CA, EA$ .

§. 1056. Si objectum EF ( *Tab. 9. Fig. 8.* ) in loco §. 1055. a speculo AC ponatur, atque oculus in eadem, minori, majorive distantia a speculo fuerit, hic objectum EF in loco determinato in §. 1055. semper videbit, sive post speculum in HM, amplificatum, erectumque. Ductis enim ex centro speculi P rectis, objectum EF stringentibus, ad locum inventum post speculum, uti PEH, PEM, eadem imago HM ope radiorum EBD, EBH; FOD, FCH, spectabitur (1).

### Omnia

(1) Amplificatum quidem in ejusmodi speculo videri debet objectum; ejus enim extrema puncta veluti E, F cum videri oporteat in H & M, ubi scil. radii reflexi BH, CH, cum cathetis PH, PM concurrunt, sintque ejusmodi puncta H & M a centro P remotiora, quam ipsa objecti extrema E, F, omnino consequitur ut ipsa objecti imago HM suo objecto EF major appareat.

Sed contingere quandoque potest, ut radii reflexi retroducti nunquam cum suis cathetis incidentiae concurrant. Veluti si objectum fuerit AB

( *Vid. fig. 19. Tab. Addit.* ) a speculo KPL remotius, quam ejus centrum C, idque intueatur oculus O inter centrum C & ipsum speculum positus. Radii ab extremis objecti punctis A & B ad speculum incidentes, & tum reflexi, sunt AGO, BPO; sed GO, OP retroacti nunquam cum cathetis AL, BK concurrunt. Nil ergo hoc in casu datur, præter merum præjudicium, quo oculus imaginis distantiam sentiat, eodemque modo afficitur, ac si radii ex infinita distantia ad oculum venissent.

Omnia phænomena, quæ hujusmodi speculum spectanda præbet, commemorare & demonstrare, instituti ratio non permittit. Fuerunt hæc specula antiquis nota, uti patet ex Seneca (a).

§. 1057. Speculum cylindrico-convexum concipi potest constare ex portionibus circularum æqualium, sibi in directum impositis, ita ut recta omnium centra jungat: quamobrem ejus sectio perpendicularis ad axim, a sectione sphaeræ, transeunte per centrum, non differet: proinde hic nonnulla, quæ de speculo sphaerico-convexo tradidimus, convenient; sive hac ratione objecta minora, post speculum, & erecta, apparebunt. Verum quatenus sectio Cylindri parallela est ad axim, est veluti sectio plani speculi; quamobrem phænomena speculi cylindrici erunt hac ratione etiam considerata: Objecta proinde, ratione priori, imminuta, sive contracta apparebunt, non ratione posteriori; atque in aliis locis post speculum, hinc magis difformia videbuntur.

Possunt tamen imagines difformes depingi, quæ ope speculi hujus inspectæ, iterum apparebunt regulares: Quo modo autem hæ depingendæ sunt, optime tradidit Author Anonymus Gallus (b), qui ex professo plurima speculorum genera explicuit.

§. 1058. Speculum cylindrico concavum potest considerari, ut compositum ex meris æqualibus circulis, sibi impositis; adeoque phænomena similia exhibebit, ac de speculo sphaerico-concavo memoravimus; in eo nempe objecta amplificata, erecta, inversa, atque in variis locis videbuntur. Quatenus autem ejus sectio altero modo foret recta, veluti speculi plani, erunt hac ratione phænomena, uti a speculo plano: quamobrem objectorum admodum difformes imagines conspicientur.

§. 1059. Imprimis admiranda phænomena exhibent specula Pyramidalia & Conica, evolventia quasi intricatissimas & difformes imagines. Sit ejusmodi speculum ABC, (Tab. 9. Fig. 9.) objectum difforme undique id ambiens, veluti pars repræsentatur in CG, & oculus in O; adeoque radius a puncto objecti D emanans, reflexus a speculo in P, fertur ad O, atque ex I videtur provenire: ita radius puncti E, reflexus a speculi puncto S ad O, videtur in k: radius

(a) *Quæst. Nat. Lib. i. cap. 16.* (b) *La perspective par un religieux de la Compagnie de Jesus.*

dus FV rediens a speculo videtur in  $m$ : & radius GB in  $v$ . Adeoque exteriora objecti videbuntur imaginis interiores partes constituere, & interiora objecti imaginis extrema efficient.

§. 1060. Ope speculi pyramidalis positi in quadrato X, (Tab. 9. Fig. 10.) partes objecti, pictæ in Triangulis A, B, C, D, a se separatae, in continuam imaginem coherere videntur.

§. 1061. Nec minus stupenda sunt, quæ speculum prismaticum ABCDE (Tab. 9. Fig. 11.) exhibet. Cum enim objecti partes discissæ inter SARB, tum MBLC, NCOD, QEPD habeantur, videntur hæ oculo, posito in F, objecti imaginem integram constituere.

§. 1062. Ex doctrina præmissa facile Machinæ diversæ, partim Dioptricæ, partim Catoptricæ intelliguntur, inter quas est *Camera obscura portatilis*. Sit enim AB (Tab. 9. Fig. 12.) objectum, & CD lens convexa spherica, radii ab objecto AB in Lentem emissi, refractique, coeunt in GE, imaginem pingentes; quamobrem si ibi planum aliquod, veluti charta, aut speculum vitreum semipolitum ab una parte, politum ab altera fuerit, apparebit spectatori S, objectum supra EG depictum, sed inverse. Cum autem objectum malumus videre erectum, ponatur speculum HK planum sub angulo semirecto ad basim Machinæ; hoc radios per lentem transmissos reflectet, ut imago objecti pingatur in NM; quare vitrum semipolitum hic positum, imaginem excipiet, quæ a spectatore P videbitur erecta.

§. 1063. Jucundissima quoque spectacula repræsentat *Lanterna Megalographica*, ab aliis *Lucerna Magica* appellata, a Kircherò inventa & descripta, ab aliis deinde emendata: in qua C (Tab. 10. Fig. 1. 4. 5. 6. 7. 8.) flamma candelæ vel lampadis, radians fere in centro speculi spherico-concavi AB, hoc lucem ad lentem DD repercutit, quæ idcirco lucem ex anteriori & posteriori facie flammæ recipit, eamque refringendo disponit, ut omnis in imaginem super vitro pictam EE, quam repræsentare animus est, cadat. Lux ex quolibet puncto imaginis EE emissæ divergens, illapsaque in lentem convexam GG, refringitur, ut evadat convergens, ita illapsa in alteram lentem HH, ab hujus refractione redditur magis convergens; cumque radii se interfecant in L & K, imago supra album planum KL inversa, & admodum amplificata pingitur.

Loro



Loco flammæ C optimo cum successu Kircherus Sole usus fuit, nec tum lens DD est necessaria; & quia non semper radios a Sole directe emissos in picturam EE quocunque diei tempore excipere licet, loco DD ponitur charta, Oleo Terebinthinæ uncta, per quam radii Solis transmissi, picturam EE æquabiliter illuminant.

§. 1064. In superioribus §. 1023. Telescopii Catadioptrici Nevvtoniani mentionem feci: id parum a Nob. Hadleyo emendatum, præstantissimum est inventum, cum exiguæ sit longitudinis, & remotissima objecta repræsentet maxima, distinctissima, clarissima, ita ut id, quod pedem longum, idem ac Dioptricum 12 vel 14 pedum efficiat; imo quod sex vel septem pedum est, non minus, quam dioptricum 100 pedum præstet. Est ABCD (Tab. 10. Fig. 2. 3.) tubus amplus, in cujus fundo BC speculum Metallicum sphaerico-concavum GH ponitur, radii ab objecto remoto PR emissi, EG, FH sese alicubi interfecant, adeo ut EG, *eg*, a parte inferiori objecti, & *fh*, FH a parte superiori objecti adveniant: hi ingressi tubum, a parte anteriori patulum, & illapsi in speculum GH, reperiuntur convergentes, concursurique in *nn*, imaginem hic depicturi; sed antequam hoc efficiant, dimittuntur in KK exiguum metallicum planum speculum, a quo reperiuntur ad foramen laterale L, sese interfecantes in *q* S, ibique imaginem *q* S pingentes. Ponitur vero in foramine L lens sphaerico-convexa, cujus focus est in S; hæc radios refringit, ut qui ab uno puncto objecti emanaverint, paralleli evadant, qui autem ab extremis objecti punctis emissi sunt, ad se convergentes ingrediantur oculum O, qui imaginem *q* S, tanquam objectum, per Microscopium L contemplatur: quamobrem objectum amplificatum, inversum, clarissimum, distinctissimumque apparebit. Amplificatum autem videtur respectu simplicis conspectus, veluti est longitudo foci speculi, ad longitudinem foci Lentis, sive uti AI ad IL. (Tab. 10. Fig. 9.)

§. 1065. De Telescopiis Catadioptricis egit quoque Jacobus Gregorius, atque in Optica promota ad Propos. 59. addidit Epilogum, in quo tractans de Telescopiis triplicis generis, Dioptricis, Catoptricis, & Catadioptricis, de his inquit: Hoc tertium genus aureum nulla habet incommoda, & omnes priorum generum proprietates habere potest, si lentes & specula rite dispenantur: fatetur tamen Auctor, ir-

rito,

rito successu hæc Telescopia tentata fuisse, sed Cl. Hadlejus Anno 1726. ea levi mutatione perfecit: Est TYMZS-SNYT (Tab. 11. Fig. 1.) canalis, in quo speculum metallicum sphaerico concavum  $LldD$ , ad  $X$  perforatum ponitur: antè in  $EF$  est speculum sphaerico-concavum minus, brachio mobili  $RT$  affixum: sit objectum remotum  $AB$ , e cujus supremo  $A$  radii  $cd$ ,  $CD$  emanant, veluti e parte  $B$  radii  $il$ ,  $IL$ . Hi antequam ingrediantur canalem, se secant: radii illapsi in speculum  $LD$  concurrunt in foco  $KH$ , hic imaginem inversam pingentes; ulterius procurrunt, inciduntque in speculum  $EF$ , cujus focus foret in  $f$ ; ab hoc repercussi concurrerent prope  $SS$ , alteram imaginem picturi erectam; sed ponitur Lens  $MN$ , refractione efficiens, ut citius coeant in  $PV$ , ibidemque imaginem exhibeant, quæ per Meniscum  $SS$  in  $O$  (Tab. 11. Fig. 11.) spectatur amplificata & erecta: magnitudo objecti per Telescopium visa est ad eam nudo oculo apparentem, uti angulus  $TOS$ , ad angulum  $bCA$ . Externum apparatus hujus Telescopii exhibet Tab. 11. Fig. 2. (1).

Ita pauca, & quæ fundamenta prima Opticæ sunt, delibavimus: præstantiora & magis sublimia inveniri possunt apud Dechales in mundo Mathematico, Barrovium in Lectionibus Opticis, Hugenium in operibus posthumis, Jacobum Gregorium in Optica promota, Davidem Gregorium in Elementis Dioptricæ & Catoptricæ, Molyneux in Dioptrica nova, Newtonum in Lectionibus Opticis, & in Optica: sed imprimis apud R. Smith, in Compleat system os Optiks, qui palmam omnibus eripuit.

## C A P. XXXVI.

## De Aere.

S. 1066. **T**errarum orbem undique circumfundit Aer, fluidus, invisibilis, inæstilis, pellucidus, elasticus, sonorus. Antiquis Spiritus appellatus propter subtilitatem, quamvis sit corporeus. Terram hæc anima.

(1) Eidem Newtono acceptum quoque referri debet Microscopium reflectens seu catodioptricum, cujus specimen traditum est in Philosophicis Transactionibus n. 80. Id vero est hujusmodi. Prope focum speculi concavi  $AB$  collocetur exiguum objectum  $C$  (Vid. fig. 20. Tab. Addit.)

itaque ejus imago objecto major formetur in  $D$ . Jungatur speculo lenticula utrinque convexa  $EF$ , ut imago  $D$  sit in ejus foco. Videbit ocululus imaginem inversam, multo majorem, atque distincte; ideoque objectum magis auctum apparebit, quam per lenticulam solam.

animabili spirabilique natura circumfusam esse pater, quia ubicunque homines fuerunt, Aerem inspirarunt & reddiderunt, in eo suspensas observarunt nubes, tum mare, per se languidum & jacens, ab eodem incitari, resistere quoque ipsum corporibus quibuscunque motis. Quæ omnia præstare non posset, nisi Aer corpus foret.

§. 1067. Omnis Aer Terram amplexus, simul cum universis in ipso natantibus corporibus, *Atmosfera Terrestris* vocatur.

§. 1068. Quæ componitur ex Vaporibus, Exhalationibus, sive partibus subtilissimis, volatilibus, omnium corporum terrestrium, æque Firmorum, ac Fluidorum, ut & ex igne, sive Solis. Astrorum, incensorum terrestrium corporum, sive subterraneo sursum erumpente & adscendente.

§. 1069. Id tamen, quod proprie Aer est, est Fluidum sui generis, a vaporibus & exhalationibus distinctum, & cognoscendum ex propriis characteribus, etiamsi nunc cunctorum terrestrium corporum particulis inquinatum sit. Nam 1. Aer metallicis vitreisve vasis inclusus idem & immutatus semper perstat: ita autem vapores, comparati non sunt, quia simulac hi frigent, elasticitatem perdunt, ad latera vasorum applicantur, defluunt, in massam redeunt, ita ut vasa, quæ antea hoc elastico vapore plenissima fuerant, deprehendantur deinde quasi vacua. Exhalationes quoque reliquorum corporum successu temporis quasi pereunt, cum partes, amissa elasticitate, conjunguntur, fluidamque constituunt massam, veluti pluribus experimentis Boyleanis (a), in Aere factitio ex uvis, pasta farinæ, carnibus, aliisque rebus, tum & ex Halesianis nonnullis (b) constitit.

2. In pabulis ignem terrestrem conservandi Aer facultatem habet: contra Vapores & Exhalationes ignem citissime extinguunt, flammam vividissimam, tum fulgorem prunarum, ut & ferri candentis suffocant, veluti præstantissimus Halleyus observavit, & in Aere generato ex Antimonio & affuso Spiritu Nitri, Cl. Halesius (c). Hinc in antro Italiæ Canino, & in lapacidina Pyromontana faces ardentes prope solum, etiamsi id spiritus sulphureos expiret, detentæ, extemplo extinguuntur, H notante

Tomo II.

(a) *Continuat. Exp. Phys.* (b) *Vegetable Statics Exper. 83. & in Hamastatic. Append. Exper. 2.*

(c) *Hamastatic. Append. Exp. 2. pag. 215.*

norante Miſſono (a) & Seippione (b). Vinum fermentans gas Sylveſtre ex dolii gula ejaculatum, ardentem exſtinguet candelam (c).

3. Aer ab Animalibus inſpiratus eſt productæ vitæ & ſanitatæ quaſi cauſa, cum in vacuo fere omnia animalia illico pereunt: Sed reſpirationi & vitæ animalium admodum noxii ſunt quilibet vapores atque exhalationes, ut hoſce non homini ducere, non feræ tutum ſit; imo illis vix venenum magis lethiferum datur. Id de Sulphuris incepti exhalationibus liquido conſtat, hinc in antro Canino & lapicidina pyrmontana, tum in puteo eſſoſſo in Inſula Veſti (d), Spiritus Sulphureus, qui ex Solo exhalatur, cauſa eſt, ut de animalibus cito actum ſit: interimunt animalia illico (e) candefacti aeris exhalationes, ut & illæ, quas carbonēs lignei ardentes, prunæ coſpitum Hollandicorum, Spiritus Vini ardens, Oleum Terebinthinæ incenſum (f), Lignum Quernum viride ardens exſpirant, idemque facit Vini aut Cereviſæ fermentantis vapor (g); quoties non ſunt lethales foſſoribus in cryptis novæ erumpentes exhalationes? aut in antiquis puteis Aer diu ſtagnantibus vaporibus inquinatus.

4. Eſt Aeris intensio ſive elatiſcitas in determinata & conſtanti proportione, nempe ut denſitas, occupatque ſpatia, quæ ſunt in ratione inverſa ponderum comprimentium; ſed Vapores & exhalationes, paucis exceptis, ita ſe non habent; obſervavi enim Vapores elatiſcos ex paſſa a vi duplo majori comprimente, fuiſſe in ſpatium quadruplo minus redactos: in Aqua Cl. ſ' Graveſandius bulbam conſpexit, quæ, elatiſcitate Aeris tantum trecenties imminuta, in volumen 15000. majus expanſa erat (h). Fateor tamen Exhalationes elatiſcas conſtantes, & ejuſdem condensabilitatis cum Aere dari, quales ſex annorum ſervatio a ſe conſervatas, & æqualis cum Aere elatiſcitatæ Cl. Hæſtius deſcripſit (i). Verum ejuſmodi exhalationes ſunt rariores.

5. Si

(a) *Itinerar. Italico* (b) *Philosop. Tranſ. N. 448.*

(c) *Neuman de Vinop. 365.* (d) *Philosop. Tranſ. N. 456.*

(e) *Hauksbee Phyſic. Mechan. Exp. Append. Exp. x1.*

(f) *Hales Vegetable Statiſcs p. 170.*

(g) *Camerarius in Epiſt. Taur. p. 31. Neuman de Cereviſ. p. 280.* (h) *Inſtit. Philoſ. §. 655.*

(i) *Hamaſtatic. Append. p. 310.*

5. Si quoque Aer non esset aliquod Fluidum, diversum ab exhalationibus & vaporibus, cur manet, postquam tonuit & pluit? tum enim incenduntur exhalationes, quæ simul cum vaporibus in Terram sub forma pluviae decidunt; sed observatur Aer modo purificatus, postquam pluit; adeoque est Aer aliquid ab exhalatis corporibus distinctum, post creatum a Deo simul cum Terra, quod illico esse potuit suo pondere, & reliquis proprietatibus causa vegetationis Plantarum, ut & Animalium vitæ, simulac creabantur. Aer igitur ex aqua, in vaporem conversa, non progignitur, secundum Philosophorum nonnullorum opinionem (a).

§. 1070. Aer in aliqua notabili copia collectus, huc usque observatus fuit semper mansisse fluidus; neque diuturna mora in vasis; neque intenso frigore naturali in locis Boreis; nec summo artificiali frigore ope Spiritus Nitri & Glaciei; neque compressionibus in massam firmam reduci potuit. Est ejus fluiditas magna, quia particulae sunt admodum raræ, sphaericæ, mobilissimæ, parum ponderosæ; nec se magna vi trahunt, adeoque facile a se removeri possunt.

§. 1071. Non exiguam Aer gravitatem possidet, nec si bi libere commissus a centro Terræ unquam recedit, quemadmodum levia, ex Principio levitatis, ab Aristotelicis agi dicebantur: ipse Aristoteles Aeri pondus adscripserat (1); quod Galilæus incepit probare, confirmavit Torricellius, & Merfennus, nunc vero plurimis experimentis demonstratur. 1. Si ex recipiente Aer auferatur, in id, superiori parte apertum, illico Aer ruit, per aperturam descendit, vas implet: si Aer levis foret, descensus hic contingere non posset.

2. Aer vi ingenti corpora, quibus incumbit, deprimit; ideo si orbis vitreus vel plumbeus planus, tenuis, imponatur recipienti, ex quo Aer exantliatur; a pondere incumbentis Aeris in recipiens premitur, frangiturque.

H 2

3. Va-

(a) Cic. de Nat. Deor. Seneca Qu. Nat. Vossius de Motu Maris Cap. 20.

(1) Scilicet l. 4. de Cælo cap. 4. ubi hæc habet ὅτι ἐν τῇ χάριτι πάντα βαρὺς ἐστὶ πλὴν τὸ αἶρ, hoc est, in suo loco omnia (Elementa) pondus habent, excepto igne, etiam aer: aeris vero pondus ex eo constare adfirmat ὅτι ἐλαφὺς πλεον ὁ πεφύσχημένος ἄσκος τοῦ κίτου, scilicet, quod inflatus uter plus trahat (bilancem) quam vacuus.

3. Vasa sphaerica vel fornicata, tabulae Antliae Pneumaticae imposita, educto interno Aere, ad tabulam ab extrinsecus incumbentis Aeris pondere apprimuntur.

4. Hemisphaeria cuprea, cava, sibi imposita, orbata interno Aere, ad se ab externo valde apprimuntur, ita ut nonnisi vi magna divelli queant.

5. Verum quam clarissime, Aerem esse gravem demonstramus, ejus pondus ad stateram exhibendo: ponderetur enim phiala Aeris plena, haec Aere vacua multo est levior; admissio Aere, gravior iterum deprehenditur (1). Attramen oriri posset suspicio, an non omne pondus Aeris ab admixtis vaporibus & exhalationibus pendeat (2)? ponderis partem ab iis pendere est quam certissimum; si enim tempestate humida Aer per siccissimos cineres clavellatos in vas vacuum, sed prius una cum Aere ponderatum, transeat, nequidem pondus dimidium habet, quod Aer ante ductus: verum caelo sudo si id fiat experimentum, ejusdem ponderis est Aer, qui per Salem Alcalinum transiit, ac qui ante ductus erat. Si autem Aer purus gravis non foret, quomodo in ipso nubes natate aut suspensae haerere possent? haec quippe graves, a nullo sustentatae ponderis, deorsum ruerent.

§. 1072. Gravitas Aeris specifica comparata cum Aqua, obser-

(1) Quod si ope syringis in phiala aer comprimatur, quemadmodum a Galileo factum, multo gravior illa ad stateram deprehenditur, ejusque pondus pro majori intromissio, compressique aeris quantitate, augmentum semper observabitur; quod non exiguum argumento vim addit.

(2) Clarissimi Boerhaavii haec est suspicio, puro scilicet aeri, seu etherogeneis omnibus particulis defecato pondus inesse nullum. En ejus verba Chem. part. 2. de Aere: Si ergo ex data portione aeris foret separatum quam accuratissime omne illud vere ponderosum, quod demonstratum fuit naturaliter in eo esse ex omni corporum genere, quantum putabis superesse ponderis in illa mole aeris pro parte ejusdem vere elastica? utique perspicitis, nisi valde erro, illud futurum quam minimum. Si

conjecturae locus ex tot experimentis, forte nullum erit. . . . quare cogitasse sepe, numquid Deus ignem & aera pure elasticum ambo creaveris non gravia, ad nullum certum punctum tendentia, sed per totum universum cunctaque mundi systemata aequabiliter distributa. At praeter quam, ut nostro Ausonio est observatum, intelligi nullo modo posset, qui in ejusmodi medio omni gravitate destituito, vapores, ceteraque innúmera gravium corpusculorum genera, sustineri valeant; nullum est Viri Clarissimo argumentum, quo ab universali corporum gravitate aerem & ignem excepta esse probet. Potius quidem Atmosphaerae ponderis pars admixtis in ea variis corpusculis debetur; at non omnis, aliquam puri aeri etiam concedendam universalis naturae lex clamat.

observata fuit nonnunquam uti 1. ad 800. Non tamen est hoc constantis veritatis, quippe quotidie Aeris pondus mutatur, pro diversa puritate, densitate, & calore: videtur in Europæ nonnullis locis comprehendi pondus specificum respectu aquæ intra limites, qui sunt uti 1. ad 606. & inde usque ad 1000. (1).

§. 1073. Quantum Atmosphæra in subjecta corpora ponderet, explorari potest ope tubi vitrei, a superiori parte clausi, ab inferiore aperti, impleti Mercurio: qui in eo aliquando ad altitudinem 29. pollicum Rhenol. suspenditur: hic suo pondere est in æquilibrio cum pondere Atmosphære. Quia Aqua est circiter 14. levior Mercurio, posset Aqua cum eo in tubo, vel cum Atmosphæra ad altitudi-

nem  $33 \frac{5}{6}$  pedum Rhenol. in æquilibrio habere (2). Idcirco premit Atmosphæra suo pondere corpora ad superficiem Terræ, ac si Aqua ad altitudinem  $33 \frac{5}{6}$  pedum iis super-

H 3

fusa

(1) Pluribus sane experimentis, quæ inter aeris & aquæ pondera intercedit proportio, detegi facile potest; de quibus videlicet Carolus Renaldinum de resolut. & compos. Math. p. 178. 179. Id vero magis obvium est, quod fit ope vasis cujuscumque vitrei, aut metallici, ex quo commodè educi aer possit. Hujusmodi enim vasis pondus ad bilancem exactam primum exploretur, cum scilicet aere ejusmodi cum ambiente externodensitatis repletur. Tum educto aere, denuo pondus ad bilancem expendatur. Id inventum a priori pondere subducatur; quod enim reliquum est, educti aeris pondus indicabit. Quia quidem ratione primum Otto de Guericke (*Experim. de Vacuo* l. 3. c. 21.) deprehendit pondus aeris ad aquæ ejusdem voluminis pondus esse, ut 1. ad 870., Boyleus in *experim. nov. physico-mechan.*, ut 1. ad 938.; ac demum Hallejus, ut 1. ad 800.

(2) Sunt enim mercurii & aquæ in tubis æquilibratorum altitudines

inverse ut eorum densitates (*Vid. adnotat. ad §. 612.*); atque adeo ut 1. ad 14., ita altitudo 29. pollicum mercurii, ad altitudinem aquæ, quæ cum ea mercurii quantitate æquilibratur, quæ idcirco per regulam auream prodit 406. pollic. seu

pedum  $33 \frac{5}{6}$ . Reapse aquam ad al-

titudinem 33. pedum in antliis tractoriis elevari, nec porro ulterius ascendere omnium primus olitor Florentinus fortuito deprehendit. Hic rei novitate excitatus ad Galilæum Galilæi venisse dicitur rem novam miramque ei narraturus. Veram tamen phænomeni causam haud tum intellexit Galilæus, sed Torricellius ejus discipulus omnium primus coniecit eam definitam aquæ altitudinem in antliis a limitato Atmosphære pondere oriri posse, quod tandem pro certo penitus habuit, cum in tubis mercurium ad altitudinem 29. pollicum suspendi observavit.

fusa incumberet; quod a Pascalio & Boyleo experimentis fuit confirmatum (1).

§. 1074. Quoniam Aer est fluidus, premit secundum omnes directiones viribus æqualibus; adeoque tantopere fursum, quam deorsum, prorsum & antrorsum, ac oblique, idcirco corpora, utcunque tenera, quæ ab Aere ambiuntur, ab omni parte æqualiter pressa, non destruuntur: lateralem vero Aeris pressionem perpendiculari æquivalere, patet in experimento Mariotti; nam phiala C D, (Tab. 11. Fig. 3.) aquæ plena, perforata in B, recipiens tubum EF utrimque apertum, retinet Aquam in tubo ab A, ad eandem cum foramine B altitudinem, adeoque Aer premens directione EA deorsum, non operatur vehementius, quam qui lateraliter foramini B accumbit.

§. 1075. Tubus impletus Mercurio, atque in æquilibrio cum pondere Atmosphæræ, in laudem inventoris Torricellii, qui hoc Instrumentum anno 1643. invenit, appellatus est *Tubus Torricellianus*, ab aliis *Baroscopium* & *Barometrum*: quod non exigua causa promotæ elapso seculo Physicæ fuit. Quoniam inter supremum tubi fornicem & Mercurium spatium Aere crassiori vacuum relinquitur, desiderio agebantur Philosophi explorandi, quid corporibus, in hoc vacuo positis, contingeret? admiranda in eo observata phænomena, & difficultas illud conficiendi, originem alteri Machinæ, Antliæ nempe Pneumaticæ dederunt, cujus ope facilius Aer ex quibuscumque recipientibus exhauriri potest.

§. 1076. Suspendi vero Mercurium in tubo Torricelliano a pondere incumbentis Atmosphæræ probatur, quia si tubus longiori recipienti includitur; Aere educto, ex tubo Mercurius subsidet, qui, Aere iterum admissso, ad priorem assurgit altitudinem.

§. 1077. Posito tubo Torricelliano per aliquod temporis intervallum in eodem loco, observantur Mercurii diversæ altitudines, quarum discrimen majus est, quam a rarefa-

(1) Pedem cubicum aquæ 64. librarum pondus continere deprehensum est: igitur 33. pedes cubici aquæ pondus dabunt libr. 33. in 64. Præterea ponitur telluris superficies quadratos pedes continere 554780000000000; si ergo toti huic

superficiei aquam incumbere supponamus ad 33. pedum altitudinem, erit integrum hujus aquæ pondus, atque adeo totius Atmosphæræ libr. 554780000000000. in 33. in 64. seu libr. 1171695360000000000.



refractione caloris Atmosphærici oriri posset ; id Torricellius Anno 1645 vel 1646 primus observavit. Altitudo minima & maxima in Belgio observata , fuit 27 poll., 2 lin. & 30 poll. Khenol. limites ideo quam proxime erunt 3 poll. Interim certissimum erit, Mercurium altius assurgere in tubum, cum ille, qui in vasculo stagnat, plus premitur quam ante: descensurum ex tubo Mercurium, si minus prematur : & quoniam discrimen altitudinum in tubo est 3 pollicum, erit hoc respectu totius pressionis, & quidem

maximæ, quæ æquivalet 30 pollicibus,  $\frac{1}{10}$  pars, nam est

1, 10 :: 3, 30.

§. 1078. Lubet breviter recensere, a quibusnam causis nunc plus, nunc minus Mercurius prematur. Plus premitur, cum Atmosphæra sit gravior; quod contingit ab hisce causis. 1. Cum supra regionem plus Aeris a Ventis, opposita directione flantibus, & Aerem ad locum intermedium pellentibus & cogentibus, accumulatur, qui ideo assurgens, Atmosphæram altiore faciet. Videntur Venti esse primaria causa mutationum in Atmosphæra, & diversarum altitudinum Mercurii in Baroscopio: nam in Regionibus inter Tropicos jacentibus, & in quibus ejusdem temporis Ventus Orientalis perpetuo spirat, Mercurius in Baroscopio vix observatur mutari, quemadmodum tum ex propriis, tum ex aliorum observationibus, testatur Cl. Halleyus (a).

2. Accumulatur etiam Atmosphæra supra nostram regionem, spirante Borea, vel Aquilone, qui Aerem refrigerant, condensant; adeo ut Atmosphærae altitudo ibi decrescat, sed supremum Fluidum a latere omni affluat, suæque cumulo & pondere pressionem augeat.

3. Altior quoque erit Mercurius, si Ventus ex loco altiori Atmosphærae deorsum ad Terram determinatur; tum enim Aerem, cui occurrit, eadem directione premit, atque hic non aliter premit Mercurium, quam si a majori pondere aggravaretur.

4. Quum a frigore condensatur Aer, descendit Atmosphæra, etiamsi ejus eadem copia maneret: propter binas causas, majori gravitate gaudebit; partim ob vim centrifugam partium minorem, partim ob gravitatem auctam, vide

H 4

(a) *Phil. Transf. N. 181.*

vide §. 228. & 411. ideo plerumque Hyeme Mercurium in tubo altius suspendi, quam Æstate, observamus.

5. Cum Atmosphæra pluribus Vaporibus & Exhalationibus imprægnatur, ejus gravitas necessario increfcit, quantum ponderant Exhalationes: ideo si Aer diu maneat piger & tranquillus, plurimos vapores in se recipit, tumque Mercurius, æque Hyeme ac Æstate, in tubo semper adscendere observatur.

§. 1079. Minus premetur Mercurius, si Atmosphæra levior fiat; quod contingit 1. si a Ventis impetuosius, aut a secum effervescentibus exhalationibus, pars quædam Aeris ex suo loco abripitur; hinc quasi aliquod vacuum fit, in quod quidem pars superior descendit, sed nihilominus minor Aeris copia regioni illi terrestri imminet; ob quam causam Mercurius in tubo minus pressus descendet; quemadmodum favientibus procellis semper observatur; imo quotiescunque percipis ventum aucto impetu supra locum observationis flare, videbis eo momento Mercurium descendere, quemadmodum etiam Hauksbejus analogo experimento demonstravit: cessante vento, Aer ab omni parte iterum ad hæc loca accedit, minus Aeris æque densi comprehensio; ideo ab aucta Aeris massa & pondere iterum ascendit Mercurius.

2. Descendit Mercurius in tubo, si Aer Exhalationibus & vaporibus, quos antea copiose in se receperat, orbetur, hinc tempore pluvie Mercurius in tubo humilis est (a).

3. Vel cum Venti e Terra sursum spirantes, Atmosphæram quasi elevent; hinc stantibus nonnullis ventis, stationem humilem Mercurius in tubo tenet.

4. Si calore Aer rarefiat, & Atmosphæra altior fiat, quamvis eadem copia ceteroquin manserit, propter §. 228. & 411. minus premet subjecta corpora. Forsitan multo plures causæ, hucusque incognitæ, huc concurrere possunt, sed illæ, quas recensui, infinitis gradibus magnitudinis differre, earumque plures simul conspirare, vel opponi sibi mutuo possunt, ex quibus altitudo diversa Mercurii in tubo pendebit.

§. 1080. Ex hisce bene perpensis apparet, altitudinem Mercurii in tubo diversam futuras Aeris tempestates non prælagire, sed tantum indicare præsentem Atmosphærae conditionem, & quidem modo pressionem ejus in corpora terrestria; nonnunquam ex certa Atmosphærae conditio-

ne

(a) Vid. adnot. ad §. 580.

ne aliqui effectus sequuntur, qui si observati fuerint, tum aliquod formari potest præfagium, simulac eadem redierit Atmosphæræ conditio: hæc vero ex sola ejus pressione, sive ex altitudine Mercurii in tubo non cognoscitur; adeoque nihil certi ex sola altitudine Mercurii prævideri potest, nisi ex plurimis aliis observationibus & fontibus conditionem Atmosphæræ detexerimus. Quamobrem nullæ certæ præfagiendi regulæ tradi possunt, quænamadmodum ex multorum annorum observationibus, inter se sollicitè comparatis, colligere cogor.

§. 1081. Sunt mutationes Mercurii in Baroscopio majores Hyeme, quam Æstate; & majores in locis frigidioribus, quam in calidioribus. 1. Quia Aer frigidus densior est quam calidus, atque ideo aptior multis gerendis vaporibus; quibus dum accumulatur, fit Atmosphæra gravissima; quibus cum orbatur, fit levissima: observantur autem hyemales menses sæpe pluviosissimi.

2. Sub finem Autumni, Hyemè, & in initio Veris æviunt impetuosiissimi Venti, Præsteres, Typhones; cum Æstate Aer sit tranquillior: a Ventis vero maximæ mutationes Atmosphæræ inducuntur, partes ingentes ex suo loco dimoventur, unde illa levior facta, in tubo Mercurium minus premit. Sed & Venti Atmosphæram accumulanti, Aerem oppositis suis directionibus condensando, qui inde gravior factus, Mercurium in tubo valdequam premit. Quoniam in locis Polo propioribus Aer Hyemè est frigidissimus densissimusque, ideo ambæ allatæ causæ locum in primis ibi habent, faciuntque, ut multo majores mutationes ab Atmosphæræ pressione in frigidis, quam in calidioribus regionibus contingant.

§. 1082. Cum limites variationum Mercurii in tubo sint adeo angusti, hos diversis artificiis amplificare conati fuerunt Philosophi, sperantes se sic minimas Atmosphæræ mutationes observaturos; hinc Morlandus Tubum inclinatum EDC (Tab. 11. Fig. 4.) construxit, in cujus parte DC, longiori quam AB, ubi limites mutationes majores, longitudinè CD (Tab. 11. Fig. 5.) proportionales, contingunt: pulchrum est hoc inventum, verum id incommodi habet, quod superficies Mercurii in eo non semper sit ad libellam, veluti *fg*, sed convexa, veluti, *k h g*, fere similis & parallela fornici superiori tubi *z*, adeo ut observari vera altitudo Mercurii nequeat. Præterea Mercurius nimis incumbit lateri tubi DC, adeo ut non

non tam cito, quam quidem in tubo vulgari, descendat.

§. 1083. Hookius tubum invenit *ABDRGF*, (*Tab. 11. Fig. 6.*) parte inferiori inflexum, apertumque; ei globus ferreus *G* immittitur, qui Mercurio innatat; globo filum adnectitur, quod trochleam *D* ambiens, ab altero globo *H* tenditur. Descendente Mercurio ex *AB*, elevatur *G*, hinc prævalens pondusculum *G*, ope fili trochleam *D* circumtorquet, hæc indicem longiorem *LK*, qui in circulo *MNOP* diversos gradus notat. Ostendit hoc Baroscopium majores mutationes Mercurii satis bene, attamen minimas non tam cito, ac vulgare: sed alia incommoda ab Aere humido siccove in filum operante oriunda, tum a trochleæ attritu &c. commemorare non lubet (a).

§. 1084. Hugenius Anno 1672. duas Barometrorum species invenit, quarum hæc præcipua. Tubo *OV*, (*Tab. 11.*

*Fig. 7.*)  $25 \frac{1}{2}$  poll. longo, recurvo ad *VP*, utrimque adjungitur capsula cylindrica *HK*, *CP*, quarum diameter eam tubi decies superat, prominet ex capsula *PLC*, alter tubus *CN*; Mercurio impleta pars capsulæ dimidia *KO* concipiatur, tubus *OMP*, & alterius capsulæ dimidium *PL*: proinde in capsula *KO*, si Mercurius uno pollice ex *K* ad *R* descenderit, elevabitur in *PL* uno pollice, ab *L* ad *S*, tumque tota columna Mercurii in tubo *ROM* duobus pollicibus brevior erit, & tantum longitudinis *RI*, cum antea fuerat longitudinis *KV*. Si igitur mutatio Mercurii in Barometro vulgari fuerit 3 pollicum, duplo minor erit in hoc Hugeniano; verum dimidium capsulæ *LC*, & pars tubi *CN* impletur Aqua, tincta Æruginè, mista cum Spiritu Nitri, ne a frigore congeletur, & testâ superius oleo amygdalarum, ne exhalet; adeoque Mercurio in capsula *KO* descendente, adscendet tantopere ille in capsula *LC*, expressurus ex hac, & elevaturus Aquam in tubum; quæ si gravitate careret, adscenderet Mercurio in *LC* ad unum pollicem, adscenderet in tubo ad 100 pollices, quia capacitates sunt, ut quadrata diametrorum: cum Aqua gravitatem habeat, quæ

fit  $\frac{1}{14}$  illius, quæ est in Mercurio, 14 pollices Aquæ æquilibrium agent cum pollice Mercurii in altitudine, quamobrem ad minimum erit mutatio, quæ in altitudine varia hujus

hujus Aquæ observabitur, & respondet  $1\frac{1}{2}$  poll. Mercurii

in utralibet capsula, 21 pollicum: eritque ita mobilissimum ejusmodi Baroscopium, de quo videri potest Auctor (a). In usu non admodum increbuit machina propter nonnulla incommoda: 1. Quod si Oleum liquori in tubo CN superfundatur, id parietibus ejus adhæret, opacosque hos reddit. 2. Si oleum non superfusum fuerit, liquor ex CN avolat. 3. Calor multum dilatat liquorem, quem frigus condensat in CN, ita ut eadem quantitas sub diversa altitudine cum pari pondere Mercurii æquilibrium agat: idcirco, nisi quis Thermometrum ex eodem liquore confectum & juxta positum, simul consideraverit, vel Tabulas aliquot, in quibus dilatio a calore, quem Thermoscopium indicat, consuluerit, nihil certi cognoscetur.

§. 1085. Quoniam igitur hoc Hugenianum Barometrum nondum voto satisfacere judicavit R. Hookius (b), & postea Cl. de la Hire (c), id longe mobilius reddiderunt, tertiam adnectendo capsulam ejusdem diametri cum prioribus, quo fit, ut quantum Mercurius in capsula inferiori elevatur, tantum eleveur liquor in capsula tertia DN. Impletur pars capsulæ inferioris BC (Tab. 11. Fig. 8.), & tubus CD, usque ad medium G, Oleo Tartari per deliquium; tubi pars altera GD, & capsulæ superioris pars DK, Oleo levissimo, quod vocatur Petroleum. Pars alia machinæ BSA recipit Mercurium, veluti in Hugeniano Barometro: descendente igitur Mercurio ad dimidium pollicem ex A in L, elevatur ex B in H, & petroleum ex K in N tanto. L, elevatur ex B in H, & petroleum ex K in N tanto. pere; manet proinde altitudo supra Mercurium HN=BK. Sit diameter tubi CD = 1. & diameter capsularum = 9. erunt capacitates uti 1 ad 81: sit proinde tubus CD ultra 80 pollices longus; & ascendente Mercurio dimidium pollicem ex B in H, sursum feretur petroleum a G ad D, spatio 40 pollicum: descendente vero Mercurio ex B ad R semipollicem, descendet petroleum 40. poll. a G ad I: quamobrem motus in baroscopio vulgari duorum pollicum mutationi tantum subjiceretur.

Pulcherrimum foret hoc inventum, si tria haberentur Fluida diversissimæ densitatis, quæ superficiei vitri non adhererent, nec secum permiscerentur, sed ascendendo vel de-

Journal des Sçavans A. 1672. p. 137. (b) *philos. Transf. A.*  
(c) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1708.*

descendendo, vitrum relinquerent, uti in Mercurio observare datur: his nondum detectis, invenimus successu temporis nimis adhærere Oleum utrumque superficiei Tubi CD, ita ut hic opacus reddatur, nec de vera altitudine superficiei terminantis G, ob jacturam liquoris, adhærentis parietibus, judicium ferri queat. Rarefactionis liquorum a calore etiam ratio habenda erit.

§. 1086. Amontonsius (a) Anno 1695. sequens inventum cum publico communicavit: Capiatur tubus AB,

conicus, cujus basis B aperturam, non majorem  $\frac{1}{12}$  pollicis habeat. Mercurius, qui adimplere potest partem superiorem AC, (Tab. 11. Fig. 9.) 30 pollices longam, possit sua copia partem tubi inferiorem & ampliorem DB, &

longam modo  $27 \frac{1}{6}$  poll. adimplere: si fuerit tubus AB 45

pollices longus, tum Baroscopio vulgari stante in altissima statione 30 pollic., erit Mercurius in hoc tubo inter C & A; & si Mercurius fuerit in Baroscopio vulgari in humil-

lima statione  $27 \frac{1}{6}$  poll., erit Mercurius in hoc tubo in

DB; quamobrem intervallum inter A & D est  $17 \frac{1}{6}$  pol-

lic., & Mercurius in hoc tubo fere sextuplo majorem motum, quam in Baroscopio vulgari habebit: vocatum fuit hoc inventum ab aliis *Barometrum marinum*, quia a Nautis facile potest tubus inversus servari, quem inspectum in situm AB tantum invertant. Cavendum autem sollicitè est, ne minima Mercurii guttula ex orificio B excidat, quippe tum levior ejus columna æquilibrium non amplius cum Atmosphæra tenet, nisi in loco propiori fornici A. 2. Nimiùs Mercurii attritus immobilitatem magnam infert. 3. Quia Aer aperturam B ingreditur, suos humores & salia ad parietes tubi applicat, qui liberum descensum mercurii impediunt, adscensurum inquinant, in partes separant.

§. 1087. D. Cassinus, & postea præstantissimus Mathematicus Joh. Bernoullius, tubo ampliori Barometrico AB, (Tab. 11. Fig. 10.) inflexo parum ab inferiori parte BH, tubum gracilem horizontalem & apertum CH, adnexuit, cujus longitudo cum capacitate sua & tubi AB ita conveniat,

ut

(a) *Remarques & experiences Physiq.*

ut  $2\frac{1}{6}$  pollices Mercurii ex AB impleant tubum gracilem

ex C ad H: quamobrem, si Mercurius in tubo fuerit ad altissimam stationem in D, erit in tubo gracili ad H; & si fuerit in humillima statione ad L, erit in tubo gracili ad C; cumque tubus CH possit esse cujuslibet longitudinis, modo capacitatis DL tubi amplioris augeatur; habetur hoc modo Baroscopium mobilissimum. Attritus & Attractio inter Mercurium & tubum CH, longe immobilis reddunt hoc Baroscopium, quam prima facie apparet: hinc quidem notabiles in vulgari Baroscopio mutationes insigniter, sed minimas, non ostendit.

§. 1088. Alia inventa, sed minus celebria, tradiderunt alii Philosophi, quæ angustiae Instituti nostri non permittunt, ut exponamus. Liquet satis ex his omnibus, simplex Barometrum esse hucusque optimum ad observationes accuratas capiendas, si id probe constructum fuerit; ad quod requiritur, ut Mercurius ab omni Aere sit purgatus, & ut in superiori parte tubi, inter fornicem & Mercurium, nihil omnino Aeris habeatur; quomodo id obtineri queat, dixi in Dissertationibus Physicis (1).

§. 1089.

(1) Cum mercurii suspensio in tubis, vel simplicibus barometris ab Atmosphære pondere oriatur, id omnino consequens est, ut non variato Atmosphære pondere, eadem etiam maneat mercurii in tubis suspensio. At secus se habere quandoque videtur: si enim mercurius, quo implentur tubi, omni aere fuerit prius expurgatus, ipsique tubi sensim, summaque adhibita diligentia in catinum hydrargyro similiter plenum invertantur, aperto infra orificio, nil mercurii ex iis decidet, etiamsi 75 pollicum & amplius altitudinem habuerint, manebuntque ita pleni, quousque concussionem nulla agitati immobiles perseverant: at si concutiantur, statim ad solitam usque altitudinem 29 pollicum præcipitabitur hydrargyrum, quod tandem post aliquot reciprocaiones consistet. Id sane experimentum a Brounchero, Boylio, Hugenio, aliisque

sæpius repetitum successit, nilque propterea dubii de phænomeni veritate esse potest. Quoad ejus vero causam spectat, nil aliorum Philosophorum hypotheserum morabor, verosimiliorem modo causam exponere sat erit. Mercurius itaque omni desecatus aere densior procul dubio evadit, majorisque adeo magnitudinis sunt ejus contactus cum internis tubi parietibus, quibus propterea majori attractionis vi, quam antea, contingentes mercurii partes adhæreant necesse est; his vero partibus & aliæ a parietum contactu remotæ eadem attractionis vi conjunguntur, & adhærent, hisque porro aliæ. Contenta igitur in tubis mercurii columna non toto suo pondere æquilibrium cum Atmosphæra habet, sed quæ ejus pars altitudinem 29 pollicum adæquat, ab Atmosphæra, reliqua vero abs interorum parietum contactu sustinetur. Hinc

§. 1089. Edit Aer sua gravitate plurimos effectus, veluti enim Mercurium in tubo ad altitudinem 29 pollicum sustinet, ita si in tubo, qui Mercurio imponitur, concipiat embolus, qui a superficie Mercurii recedendo eleveatur sursum, removendo tantum Aerem, Mercurius pressus a pondere Atmosphæræ, tubum necessario ingreditur, atque embolo adhærebit usque ad altitudinem 29. poll. Quamvis tum altius tollatur embolus, non tamen amplius sequetur Mercurius, sed in eadem altitudine hærebit; nec emboli reciprocatio aliquid ulterius producet, cum tantum Aerem ex tubo removeere possit. Hinc discimus Aquam in Antliam suctoriam, utcunque reciprocetur embolus, non ad

maorem altitudinem, quam  $33 \frac{5}{6}$  pedum adscensuram; A-

quæ pondere nempe in hac altitudine cum Atmosphæræ pondere æquilibrium agente. Non igitur Aqua in Antliam adscendit, quia fugitur, sed quia ab Aere premitur: adeoque si claudatur antlia cum Aqua in vacuo, etiamsi reciprocetur embolus, ne quidem Aquæ gutta in eam adscendet, nec ex clauso vase, Aquæ penitus pleno, Antlia in se Aquam recipiet, utcunque agitetur embolus.

§. 1090. Ab actione Antliæ vix differt Suctio Animalis: id enim, quod fugit Animal, Aerem ex ore deglutit, nares claudit, labiis papillam undiqueprehendit, genas extrorsum pellit, vacuum in ore facit: Aer externus ubera sua gravitate premit, lac pellit ad loca, in quibus sublata est resistentia, hoc est ad papillam, & ex ea in os sugentis. Similis est fumigatio Tabaci. Tum actio Cucurbitarum Chirurgicarum veluti est A, ex quibus, cuti impositis, Antliæ Cope, (Tab. 12. Fig. 1. 2.) vel alio quocunque modo, educitur Aer: ad eam idcirco cucurbitæ a pondere Atmosphæræ apprimuntur, ad harum cavitatem propelluntur humores, a quorum affluxu tumescit locus, qui deinde ope instrumenti jam apud Chirurgos communiter recepti, ac fig. 2. delineati, exiguis plagis inciditur; ex quo, iterum applicata cucurbita, sanguis ab aeris pondere exprimitur. Est quoque Aer sua gravitate causa nostræ respirationis.

§. 1091.

Hinc nil mirum si succutiendo tubum, vel interjectis aeris bullulis, ad consuetam 29. pollicum altitudinem statim mercurius descendat: ita enim

fit, ut prioribus contactibus vel ablati, vel diminuti, attractionis effectus tollatur, vel insensibilis dat.



§. 1091. Inter effectus, qui a pondere Aeris in corpora pendent, etiam Aquæ transfluxus per Siphones inæqualium crurum numerandus est: Sit enim ejusmodi Siphon EACD, (Tab. 12. Fig. 3.) plenus Aquæ, crurique breviori AE appositum sit vas B, Aer sua gravitate in utroque crure Aquam sursum premet, hæc tamen sua gravitate nititur deorsum, & quidem majori vi in crure longiori CD quam in AE; adeoque datur major ratio inter actionem Aeris sursum & reactionem Aquæ deorsum in crure breviori AE, quam in CD longiori; proinde Aqua EA majori vi sursum, quam CD premetur: ergo ascendet Fluidum in EA, transpellet reliquum in AC, CD; & quia eadem causa existit, quamdiu Fluidum est in vase B, effluet ex orificio D omne Fluidum.

§. 1092. Crediderunt nonnulli Eruditi aliam, quam Aeris gravitatem, hujus transfluxus esse causam, sed hanc esse veram, apodictice demonstrari potest: quia si Siphon EACD (Tab. 12. Fig. 3.) includatur Recipienti, ex quo omnis Aer educatur, ut sit vacuum Torricellianum, (quod fieri potest Recipiens implendo accurate Aqua, omni Aere prius orbata, & deinde educendo hanc Aquam,) tum in accurato hoc vacuo nullus fit Aquæ per Siphonem transfluxus. Impeditur quoque ex Siphone EAD aquæ effluxus, vasis BB orificium C claudendo, aerisque pressionem prohibendo. Aut si Siphon EACD constet ex cruribus, quorum brevius EA superet 30 pollices, impleaturque Mercurio, nullus fiet ex breviori crure per longius Mercurii transfluxus; sed si ad Detiam ponatur vasculum, Mercurius relinquet arcum superiorem AC, atque in crure utroque AE, CD, hærebit ad altitudinem eandem, in qua est in Barometro vulgari: aut sublato vasculo ad D, ruet deorsum Mercurius, qui erat in AE, versus vasculum B, atque effluet reliquus ex crure CD. Si vero crus AE fuerit brevius, quam est altitudo Mercurii in Barometro, fit Mercurii transfluxus, manifestissimo indicio, Siphonis effectus a pondere Aeris pendere.

§. 1093. Movit difficultatem Reisellius (a) suo Siphone æqualium crurum EFG, (Tab. 12. Fig. 8.) qui Aquam transmittere dictus est; cum enim orificia E, G, jaceant in eadem horizontali, admota Aqua ori E, effluxus fit ex G, & admota Aqua ori G, fit effluxus ex E. Verum effluxus

(a) *Act. Lips. An. 1690. p. 142.*

fluxus memoratus non fit, nisi Aqua admota alterutri orificio sua altitudine effecerit, ut crus hoc brevius, alterum longius evaserit: quemadmodum sollicitè instituenti experimentum patebit. (*Tab. 12. Fig. 4. 5. 6.*) Ope hujus doctrinæ multi effectus, qui in Natura contingunt, facile explicantur (1), atque artificialis Tantalipotatio intelligitur (2).

§. 1094.

(1) Effectus qui hic ab Auctore notatis schematis 4. 5. 6. *Tab. 12* indicantur, clarius exponi merentur. MN est (*fig. 4. Tab. 12.*) vitreum vas cupreo pelvi prope N accurate compactum. Eidem pelvi duo adnexi sunt cuprei tubi inæqualis longitudinis, quorum brevior TR duos vel tres pollices intra vitreum vas MN exporrigitur, extrema ejus parte patula R veluti in apicem desinente: Longior est alter tubus QP extra vas NM protensus. Tubi TSex-  
tremas altera patula T vase aquæ pleno immergitur; tum exugitur aer ex tubi QP extrema parte P, donec diminuta aeris pressione in ea aquæ parte, quæ tubo TR in vase subjicitur, per eundem tubum TR sursum aqua ascendens ex R erumpat, tum in pelvim recepta per tubum QP, ad sugentis os tandem transeat, idemque fiat aquæ transitus, ac quem §. 1091. per siphonem inæqualium crurum fieri dictum est. Quo major est differentia crurum QP, ST, eo major sit altitudo jactus ex foramine R; ita quidem ut si ea differentia paulo major fuerit ejusdem vasis NM longitudine, usque ad M aquæ jactus fiet. Idipsum sine aeris suctu ex P obtineri potest, si nempe intra vas NM aqua ad duorum vel trium pollicum altitudinem contineatur; aperto enim orificio P, ea aqua suo pondere descendens, ex P egreditur, aeremque ideo vasis NM rarefieri sinit; qui proinde minus premens aquam in parte vasis tubo T supposita, quam reliqua ejus aquæ superficies ab exteriori aere premitur, eandem aquam cogit per tubum TS ascendere, eamque ex foramine R erumpentem, jucundum spectatoribus fonticulum exhibere.

Ejusmodi tubi seu siphones, quibus vasa contentis aquis deplentur, variis figuris donari solent, veluti qui exhibentur *fig. 5. & 6.* Priorem quidem siphonem ACDE aqua repletum, quem figura ostendit, situm obtinere supponamus, sitque ADE horizontalis linea tubi oris A & E terminata. Quæ in AB continetur aqua alteri in GE contentæ æquilibratur, atque adeo quæ est in tubi parte CDF pari vi deorsum sursum, ac sursum deorsum premitur; hinc nulla est causa ob quam apertis oris A & E, ex alterutra aqua præterfluat. Quod si in tubi parte AB aliquantulum altius ascendat aqua supra E, prius æquilibrium tolletur, factaque in AB aqua minus gravis ponderis aeris per A urgenti cedat necesse est, tantundem ex E ad altum cogens, quantum illius per tubum CF descendit. Hic vero aquæ descensus cum usque ad D factus fuerit, nil amplius aquæ ex E saliet ob æquilibrium æque altorum canalium DF, GE.

Alterum siphonem *fig. 6.* exhibitum quod spectat, omni contenta aqua eum depleri ex G necesse est, quod longius sit illius crus EG præ altero AB, ob eandem scilicet rationem, quæ in siphone 3 *fig.* eundem aquæ transitum contingere dictum est. Quæ in tubis CD, DE continentur aquæ, in æquilibrio sunt; at quæ est in AG, minori vi in aerem subjectum agit, quam quæ in EG, ob minorem illius quantitatem, minusque adeo aquæ pondus. Ea ergo majori aeris vi pressa, in proximam agit, omnemque tandem cogit per oram G effluere.

(2) Artificialis Tantalipotatio de qua hic Auctor, ejusmodi est artefactum vas, in quo immersa aqua ubi ad datam altitudinem prope labia

§. 1094. Inter proprias dotes Aeris præcipua est illa, quæ vocatur *Elasticitas*, propter effectus nonnullos analogos iis, quos in corporibus Elasticis observamus. Potest nempe Aer in spatium minus adigi compressione, qua cessante, iterum se sponte restituit in pristinum volumen. Claudatur enim Aer in Antlia, adigatur embolus ad fundum, id quantum fieri poterit; ceditque Aer pressioni, in spatium multo minus abiturus: dein desine embolum urgere, hic exemplo ab Aere se restituyente in prius volumen ex Antlia expelleretur.

§. 1095. Quemadmodum in præcedenti experimento Aer ab embolo comprimebatur in angustius spatium, ita quoque inferior a pondere Aeris superioris comprimitur; quam obrem non secus se habet Aer prope Terræ superficiem, quam qui in Antliæ cavo valde compressus habetur: hinc exigua Aeris copia, vesicæ inclusa, quæ in recipiente ponitur, ex quo Aer extrinsecus comprimens aufertur, sese expandit, vesicam explicat, inflatque non aliter, quam si copioso Aere turgeret (1).

Tom. II.

I

§. 1096.

cujusdam simulacri Tantalum indicantis ascendit, continuo tota subripitur, ac veluti disparet. Indicatur hæc machina in fig. 1. Tab. 15., in qua ABCE cupreum scyphum repræsentat, in cuius media parte veluti septum medium est, seu fundus FF foramine in P instructus: hic tubus utrimque aperius SM accurate committitur, cuius pars superior PS, seu quæ ad superiorem vasis cavitatem pertinet, ampliori tubo HGK veluti continetur. Amplior hic tubus fundo FF innititur, eumque accurate tangit præterquam in K, ubi exiguum est foramen intra ipsius tubi cavitatem aditum aquæ exhibens. Amplior hic tubus ita parari potest, ut inferiorem curvi simulacri Tantalum designantis partem repræsentet. In inferioris demum cavitatis latere est foramen D, ex quo contentus inibi aer ad aquæ ingressum expelli potest. Ex universo hoc machine apparatu jam clare liquet, quod ubi aqua in superiorem scyphi partem immersa, & per foramen K in tubum HGK

admissa, supra foramen S demum ascendit, per id necesse est, ut in inferiorem scyphi partem FBCF medio tubo SM tota ruat, nil illius in superiore scyphi cavitare remanente: est quippe tubus SM veluti siphonis longius brachium, brevius HGK; adeoque per ea, quæ §. 1091. sunt demonstrata, ex superiori in inferiorem vasis cavitatem transfluere omnem aquam oportet.

(1) Cuiusmodi causæ hæc aeris proprietatis elasticitatis communiter dicta, accepta referri debeat, difficillima quæstio est. Ea sane cum ab ipsa interna partium aeris constitutione, configuratione, proprietatibus, viribus, dependeat, quæ nemo sanus sibi accurate perspecta esse affirmabit, mortalium cuiquam certo & evidenter innotescere haudquaquam poterit. Instituta hæcenus experimenta eam reapse dari aeris affectionem, ejus leges, indeque plures derivatos effectus in lucem prodiderunt, ex quibus sane nova est efformata Scientia communiter *Aerometria* di-

§. 1096. Prout Aer prope Terræ superficiem est compressus,

dicta: et nihil de ejus proprietatis origine & causa ex experimentis hucusque deprehensum est; nilque adeo, nisi vanas hypotheses fringere, easque pro veris rerum naturalium causis habere lubeat, ea de re pronunciarı tuto potest. Nihilominus quæ hæcenus a Philosophis excogitata sunt ad questionem hujus solutionem, hic in nostrorum tironum gratiam recensere haud abs re fuerit.

Aristotelici imprimis, quibus omnia utut abstracta naturæ phænomena novis modo inventis vocabulis declarare solemne est, aeris compressibilitatem, tum dilatandi vim *quælibet occultans* procul dubio esse affirmabunt, ac ita more suo questionem satisfecisse videbuntur. Papæ quam nullo negotio?

Recentiores vero Philosophi, quibus, eliminatis Peripateticorum qualitatibus occultis, mechanica philosophandi ratio placuit, abs mechanici particularum aeris affectionibus rem omnem derivare satagunt. Boyle imprimis (*in novis experimentis physico-mechanicis de vi aeris elastica*) aerem nostrum supponit aut totum coalescere, aut saltem abundare istiusmodi partibus, quæ vel incumbentis Atmosphæræ, vel cujusvis alterius corporis pressione & pondere incurvari, & in arctum coire valeant (quod est aeris compressibilitas). His vero comprimentibus corporibus eadem aeris partes contrahentes, ab ejusmodi pressione sese liberare quantum possint, moliantur, ac tandem occasione data reapse se liberant, seseque explicant; quod est ipsa dilatandi vis, qualem in arcibus tensis & pinnis chalybeis contortis deprehendimus. At quis non videt obscurum per æque obscurum hic explicari, nec minus causam elasticitatis in singulis aeris partibus, quam in tota earum congerie & mole Philosopho esse inquirendam? Vel ipsi Boyle hæc explicatio haud

satisfacere videtur, cum deinceps aliam tradit cum Kenati sententia plurimum consentientem, quam porro Neotericorum plures amplexi sunt. Iterum itaque aerem statuit congeriem esse minutissimarum particularum magnitudinis variz, omnigenarumque figurarum; quales Cartesio sunt tertii sui Elementi particule. Eas intra subtilissimum corpus æthereum, vel uti Cartesio placet, inter particulas primi & secundi elementis fluctuantes, huc illucque distrahi, æthereo corpore eis interfluente. Quod si ejusmodi æther vel subtilis materia, data causa comprimente, ex aeris particulis exprimitur, hæc sum in arctum coire & cogi; sublata vero causa comprimente, subtiliorem materiam vel ætherem, qui ab æquilibrio suo cum aeris partibus volenter recesserat, cum impetu inter easdem aeris particulas sese iterum ingerere, pristinumque æquilibrium tandem obtinentem, aeris particulas in pristinam & ordinariam laxitatem reducere. Magnam quidem veri speciem huic explicationi inesse non diffitendum, cui præterea ex analogia crassiorum quorundam corporum facile compressibilem veluti spongiarum, lanæ, plumarum &c. robur etiam accedit: at veram eam esse elasticitatis aeris causam temere affirmaretur, præsertim cum non omnium ad aeris elasticitatem spectantium ratio ex ea deduci facile possit.

Ex particulis se mutuo fugientibus compositum esse aerem arbitrat Cl. Newtonus, indeque omnem ejus expansionem dependere, uti ex *Schol. prop. 23. lib. 2. Princip. Math.* & ex *questione 21. & 31. lib. 3. Opusculi* liquet. At Viri Clarissimi de vi mutue repulsionis doctrinam nec solidis argumentis innixam, & naturæ simplicitati valde absonam pluries dictum est. Præterea aeris partes in mutuos complexus, utut facile dissociabiles, verum tamen aliquos conspirare constat.

ratus, sese ita dilatat, ut volumina sua sint in ratione inversa ponderum comprimantium. Hanc regulam stabiliverunt Boyleus & Mariottus ex sequenti experimento (1). Sit tubus AB, (Tab. 12. Fig. 9.) Barometro inserviens, qui rite præparatus suspendat Mercurium ad altitudinem BC, huic immittatur quantitas Aeris AD (2), tum non amplius suspendetur Mercurius ad D, sed hærebit

I 2

tantum

stat. Si enim unum forte aeris elementum in quovis liquido fuerit, nihil id sensibile erit, sed ubi aliud simile illi adjungitur, quam cito ex his conspicua fit bullula, quæ tenacitate quadam suæ repugnat dissipationi. Accedente dein alia simili bullula, & item altera, cuique patet eas invicem coalescere, novam nasci majorem bullulam, ut suæ magnitudinis ita & formæ sphericæ tenacem. Hæc quidem vis mutæ attractionis inter aeris particulas major esse debet, quam quæ inter illius liquidum & aeris minima habetur, alias enim ea bullularum adunatio non daretur.

Posita vero particularum aeris mutua attractione, haud difficile erit ex ea elasticitatem derivare, si modo arcuatas aereas particulas fingere liceat. His enim ita positis, quemadmodum singularum gravitatis centrum, ita & attractionis vis, in puncto intra cavitatem suam existentem collecta concipi potest; & ubi particula illæ viribus trahentibus simul coherent, unaquæque in eo alterius loco subsistet, in quo vis trahens alterius hujus particulae coarctatur. Unde cum loca ista non tam in ipsis particulis, quam intra earum cavitates reperiantur, cohærebunt hæc inter se absque ullo contactu; hæcque erit naturalis aeris constitutio, quam quom consequatur fuerint ejus particulae, amplius non sese dilatare pergunt. Ubi autem eadem particulae compressionis ope magis accedunt ad se mutuo, remouentur ab iis locis, in quibus major est actio virium trahentium; ideoque sublata compressione, eandem virium activitate ad loca illa redibunt,

ultra quæ nequaquam progredi poterunt.

(1) Ad majorem eorum, quæ hic ab Auctore traduntur, intellectum, juvat in antecessum adnotare, vim aeris, qua se dilatare nititur, ponderi, seu vi, qua comprimitur semper æqualem esse. Supponatur enim aeris particulas ad arcus seu spiræ formam esse convolutas (nil quippe interest, si alio modo figuratæ sint, veluti est (spira A) *Vid. figur. 21. Tab. Addit.*) quam pondus B ita premit, ut a majori pondere magis comprimi & complanari possit. Jam vero patet binas hic occurrere vires contrarias, alteram ponderis B spiram prementis, alteram spiræ A ponderi resistentis; quarum neutra alteram vincit, quia aut pondus, aut spira cederet: æquales igitur hæc vires erunt.

Hinc facile colligi potest corpus CD eadem vi comprimi a spira A, qua, sublata spira, premeretur a pondere B; spira siquidem C æqualiter vim se relaxandi exerit in corpus CD, & pondus B. Quin etiam si loco ponderis B digito spira A compressa teneatur, eodem modo corpus CD a spira A premetur, ac si pondus B in ipsum incumberet. Hinc ratio patet, quare inclusus aliquo vase aer, & sub testeo, eodem modo subiecta corpora premit, ac cum apertus toto Atmosphæræ pondere premit; vasis enim latera, aut cubiculi tectum vices aeris superioris explent, quemadmodum in allato exemplo digitus vices explebat ponderis B.

(2) Id scilicet ita obtineri potest. In tubum AB ex ejus patula parte  
A mer.

tantum ad altitudinem BE (1), Aere AD se expandente in spatium AE. Vis, qua Aer Atmosphæricus comprimitur, est æqualis ponderi Atmosphæaræ, quacum est Mercurius altitudinis BC, in æquilibrio; adeoque pondus Atmosphæaræ ope columnæ Mercurialis CB exprimi potest: hoc pondere compressus fuit Aer AD. Hic autem facto experimento, se explicuit in volumen AE, adeoque Aeris ita rarefacti superstes elasticitas, simul cum pondere Mercurii EB, æquilibrio facit cum pondere Atmosphæaræ, sive cum columna Mercuriali CB: demta proinde Mercurii columna EB, æquilibrat Aeris elasticitas in AE cum reliquo pondere Atmosphæaræ, quod est æquale columnæ Mercuriali CE. Est proinde pondus comprimens Aerem expansum in AE, veluti est CE. Si mensuremus deinde in spatia AD, AE, ab Aere in utroque casu occupata, deprehenduntur esse uti CE ad CB, quare volumina Aeris sunt in inversa ratione ponderum comprimantium.

§. 1097. Eadem regula locum etiam habet, cum Aer comprimitur in minus volumen, quemadmodum probe evincit sequenti experimento Mariottus (2). Sit Tubus PO NM inflexus, clausus in M, ei infundatur tantillum Mercurii, qui adimpleat partem inferiorem NO, ut intercipiatur Aer in NM, (Tab. 12. Fig. 10.) qui cum sit æque compressus ac reliquus Atmosphæaræ Aer, potest concipi pressus a pondere columnæ Mercurialis CB in fig. 9. In tubum PO infundatur Mercurius; veluti ad altitudinem XO,

(2) *Mouvement des Eaux. p. 141.*

A mercurius intromittatur usque ad D; reliqua tubi pars AD aere plena maneat. Tum apposito digito ad A invertatur tubus, immergaturque in argento vivo vasis B; & ad superiorem tubi partem tum ascenda aer, inferiori hydrargyro plena manente. Qua quidem ratione data quævis aeris quantitas in tubum immitti poterit.

(1) Aeris enim quantitas AD æque densi ac aer exterior, eademque ille vi premit argentum vivum subiectum; atque adeo in superficie hydrargyri in vase B stagnantis, ejus pars tubo subiecta præter vim prementis aeris AD reliquis partibus

communem, sustinet etiam pondus mercurii DB; quamobrem ob præpollentem vim gravitatis, necesse est, ut ex tubo descendat mercurius, non tamen usque ad B; quia in ejus descensu aer AD dilatatur, ejusque adeo minuitur vis elastica, nec æquali cum aere exteriori pressu certatum potest. Quædam ergo hydrargyri pars in tubo adhuc relinquetur, scilicet ad eam usque altitudinem, veluti BE, quæ una cum rarefacto aere AE capax sit totius Atmosphæaræ pondus sustinere; quod ex experimento Torricelliano a solius mercurii 29. pollicum columna sustineri valet.

XO, comprimetur Aer in crure NM, ut tantum occupet volumen MZ, ducta nunc horizontali ZF, erit Aer MZ compressus, tum a pondere Atmosphæræ, tum a pondere affusi Mercurii XF: mensurando Spatia MZ & MN ab Aere occupata, & pondera comprimentia, quæ sunt uti CB, & CB†XF, observatur hæc proportio, ut sit MN, MZ::CB†XF, CB; adeoque iterum sunt hæc spatia ab Aere occupata, in ratione inversa ponderum comprimentium (1). Observavi, cum Aerem MN plus quam in volumen quadruplo minus redegeram, ipsum non amplius auscultare regulæ traditæ, sed plus resistere viribus comprimentibus, veluti olim etiam annotavit Nob. Boyleus. Neque posse regulam semper esse constantem, inde patet, quod simulac partes Aeris sese contingerent, massamque omnino solidam componerent, non possent amplius ab ullis naturæ viribus in minus volumen reduci, quia corpus est impenetrabile.

§. 1098. Queritur, quantum Aer Atmosphæricus, prout e habet ad Terræ superficiem, a viribus nostris comprimi possit? Limites aliquos nondum animadverto, id tamen certum est, Boyleum hunc Aerem decies ter densiorem reddidisse: Halleyus se Aerem sexagesies densiorem vidisse tradit. Cl. Halesius (a) ope præli condensavit Aerem in spatium trigiesies & octies minus: verum ope Aquæ, in glaciem densatæ, Aerem in spatium 1838 minus quam ante reduxit, ita fuisset duplo densior quam Aqua, & ultra; adeoque cum Aqua incondensabilis existit, particulae Aerem componentes, erunt prorsus diversæ ab Aquæ; cæteroquin enim modo in volumen 300. minus circiter comprimi potuissent, tamque ejusdem densitatis ac Aqua, viribus quibuscumque comprimentibus resistissent.

§. 1099. Quoniam Aeris compressi elasticitas semper est in æquilibrio cum pondere premente; ille, qui a pondere Atmosphæræ compressus est, vi æquali huic ponderi reaget:

I 3

(a) *Hæmæstatic. Append. p. 348. &c.*

(1) Hinc facile liquet aerem eo magis condensari, quo majori pondere premitur, aerisque densitates varias ponderibus ipsis prementibus directe respondere. Sunt enim duorum corporum sub inæquali mole eandem materiam quantitatem conti-

nentium densitates reciproce ut moles, seu spatia per §. 660.: Atqui etiam pondera, quibus eadem aeris quantitas comprimitur, sunt reciproce ut spatia, in quæ aer compressus adigitur. Ergo aeris densitates sunt directe, ut pondera comprimentia.

reaget: idcirco Aer in phiala conclusus cum Mercurio, cui tubus ab utraque parte apertus inhæret, demto Aere ex tubo, Mercurium sua elasticitate ex phiala ad eandem in tubo altitudinem pellet, quæ in Barometro vulgari est; si nempe Aer interim non rarefactus sit (1).

Si autem Aer in aliquo vase duplo densior reddatur, duplo magis elasticus erit, adeoque Mercurium in tubo aperto ad altitudinem eandem, ac est in Baroscopio, posset pellere: sive Mercurii loco, Aquam ultra altitudinem 32. pedum. Quamobrem densissimus Aer vasi D D B B, (Tab. 12. Fig. 11.) quod Fonti componendo inservit, inclusus, A. quam A A B B (Tab. 15. Fig. 2.) salire faciet ad magnam altitudinem. Ab Aere compresso, & hinc magis elastico, jactus Aquæ ex fonticulo Heronis & Niewentytii pendet (2).

Hinc quoque intelligitur, (Tab. 12. Fig. 12.) quomodo Aer valde condensatus in Sclopeto Pneumatico, globum plumbeum vi summa explodere possit, adeo ut is effe-

ctus

(1) Idipsum ita experimento liquet. Tubus (Vide Fig. 12. & Tab. Addis.) utrimque apertus altera sui extremitate immergatur in vas hydrargyro semiplenum. tum operculo CD idem tegatur vas, itaut exigua aeris pars argento vivo FH & operculo CD interjecta cum externo aere nullo modo communicet. Præterea ope antliæ pneumaticæ extrahatur ex tubo AB aer; & statim videtur mercurius ad solitam 29. pollicum altitudinem in tubo ascendere. Atqui ad eandem altitudinem ascendit mercurius in experimento Torricelliano, cum Atmosphæra in argentum vivum FG incumbit. Ergo mercurius in vase tantundem premittitur ab elatere inclusi aeris CFGD, quantum a totius Atmosphære pondere.

(2) Memoratus fonticulus est hujusmodi. In fig. 1. Tab. 15., F & I duo vasa exhibent aquam continentia, mediano veluti septo ab invicem separata, utraque sursum deorsum accurate clausa. Item X & Z repræsentent alia bina vasa mediano septo OQ ab invicem distincta; aerem ambo contineant, ac accurate superius sint clausa. Per tubum AC in vas X immittatur aqua, ibi conten-

tum aerem in tubum D E comprimens. Compressus hic aer ob auctam suam vim elasticam, aquam in vase F contentam per tubum GL in vas X protrudet: excepta hic aqua, contentum aerem comprimere necesse est in tubum NP, qui idcirco aer aquam in vase I comprehensam per tubum SR sursum expellet, fietque hac ratione aquæ jactus ex R.

Huc etiam spectat ejusmodi vasis constructio, ex quo tantundem vini exprimi potest, quantum aquæ immittitur, ita ut vinum ex aqua igni appareat. Designatur hoc vas fig. 3. Tab. 15., in qua CD medianum septum exhibet lateribus accurate commissum, ac vas in duas veluti æquales, partes dissecens, quarum alterutra in alteram per tubum ES communicatio datur. Inferior vasis capacitas per foramen N impletur vino, accurate dein eo clauso foramine. In superiorem præterea vasis cavitatem per tubum ABP immittatur aqua, hac inibi contentus aer comprimetur, & per tubum SE suæ elasticitatis vi in subiectum vinum premendo agat, ut proinde aperto in O foramine per id, vinum expelli necesse est.



Ætus vix minores, quam a pulvere pyrio ætus, edat, (1).

Ex iisdem principiis explicari poterunt vitrei Urinatores, Fonticulus Sturmii dicto audiens, aliaque phænomena. (Tab. 12. Fig. 15. 16. 13. 14.) (2).

14

S. 1100.

(1) Sclopetorum pneumaticorum diversas constructiones videtis apud Merfennum in *Phenom. Pneum. prop. 32. & 33.* Gasparum Schottum in *Mechanica Hydraulico-Pneumatica part. 2. clas. 1.* Honoratum Fabri in *Sciens. Phys. Tract. 1. l. 2. prop. 148.* Sturmium in *Phys. Eleët. 1. 2. art. 3. de Elemento Aeris c. 3.* Totum huius machinæ artificium eo spectat, ut ope antliæ vel syringis MN aer in exterioris tubi cavitatem ECDR, quantum potest, comprimatur; tum ita compresso aeri continuo fiat aditus ex K in interiorē tubum extre-  
ma parte A patulum; ita enim aer vi sua elastica non minori velocitate globum K expellere potest, quam vi pulveris pyrii idem projiceretur.

(2) Vitrei urinatores, de quibus hic Auctor, sunt hominum vel aliorum animalium simulacra ex vitro efformata: hæc vel intus cava sunt, in pedum vestigiis patentia exiguis foraminulis; vel solida sunt, & adnexos habent vitreos globos intus cavos contortis tubis in extremitate patulis donatos, quemadmodum in fig. 15. & 16. Tab. 12. designantur. Tria, quatuor, vel etiam plura eiusmodi simulacra in cylindricum vas aqua plenum immergantur, cujus vasis superior pars pelle ipsam aquam contingente accurate claudatur. Hæc vero simulacra etsi ex vitro consent, quod aqua gravius in specie est: quoniam aerem intus inclusum etiam habent, ejusdem vel etiam minoris gravitatis specificæ, quam est aqua, esse debent, ut propterea vasis fundum non petant. Quod si bacillo comprimatur pellis superiorem vasis extremitatem contegens, aqua deorsum pulsa per patulos simulacrorum meatus aere stagnantes recipietur,

compressio inibi contento aere: quam obrem graviora in specie facta simulacra, deorsum sua gravitate ruent. Ablato vero bacillo, seu sublata omni vi externa aerem simulacrorum comprimente, restrictus aer restituetur, & ejecta ex simulacrorum cavitatibus aqua, pristinam suam gravitatem specificam illa nanciscuntur, atque adeo sursum elevata ad priora loca commigrabunt. Atque hac ratione varii conciliari possunt his simulacris motus; ad libitum scilicet spectatoris modo stare, modo sursum vel deorsum moveri.

Sturmii præterea fonticulus, de quo Auctor, est sors intermittens, seu aquam per intervalla excludens, qualis fig. 14. Tab. 12. designatur. Ejus vero effectus ut facilius intelligatur, sit AB (fig. 13. Tab. 12.) tubus vitreus utrimque patulus, qui inferiori parte B in apicem desinat, superiori vero pollice D claudi accurate valeat. Si hic aqua, vel liquo quovis impleatur, nil ejus ex foramine B decideret, dummodo superior ejus pars pollice clausa fuerit: verum sublato pollice ob superius incumbentis aeris pressionem, aqua ex B delabatur, totusque deplebitur, si ita apertus maneat. Quod si inter aquæ fluxum superior ejus pars A iterum claudatur, tum ob conclusi aeris elasticitatem aqua eousque protrudetur, donec is aer expansus & delitatus una cum superfluo intra tubum aqua ponderi Atmosphææ æquilibrium faciat. Atque ita si per vices pars tubi superior A modo claudatur, modo aperiatur, aqua ex D nunc sistetur, nunc decideret, sicque interruptus veluti sors efformabitur. His præmissis facile modo intelligitur effectus fonticuli intermit-

§. 1100. Vis, qua particulæ Aereæ se mutuo repellunt, est in ratione reciproca distantiarum, quæ sunt inter particularum centra.

Sint duo tubi æquales XAE, (Tab. 12. Fig. 17. 18.) ZBI, qui contineant Aeris quantitates inæquales, ita ut distantia inter centra particularum in XAE, sint ad eas in ZBI, uti 2 ad 1, erit numerus particularum considerandarum in latere DE, ad eum in HI, uti 1 ad 2, idemque obtinet in latere EG, & IM, tum in DX & HZ. Quare erit numerus particularum agentium in superficiem DG, ad eum in HM, uti 1 ad 4; & numerus particularum in cubo XAE, ad eum in ZBI, uti 1 ad 8. Vires, quæ in superficies æquales DG, HM, agunt, sunt ut vires, quibus Aer comprimitur. Possunt etiam vires in has superficies DG, HM, agentes considerari tanquam compositæ ex numero particularum agentium, & actione singularum particularum. Adeoque hæc ratio composita debet constare ex rationibus componentibus, quæ sunt in A, ad eas in B, uti 1 ad 8. Sed numerus particularum agentium contra superficiem DG, est ad eum contra HM, veluti 1 ad 4; adeoque altera componens ratio necessario est uti 1 ad 2; verum hæc est ratio actionis singularum particularum, & distantia centrorum sunt uti 2 ad 1: quæ-

re

tentis fig. 14. Tab. 12. exhibiti. Per vas A B B axem ascendit tubus E C utrinque patulus, ac foramine in F excisus. Tubus hic accurate afferruminatur tam vasi superiori ABB, quam inferiori MN. Vas superius foramen habet in A cochlea munitum, quod accepta aqua tenui & accurate claudij potest: in inferiori vero parte KK variis foraminulis excisus est aditum aquæ exhibentibus, veluti hic sex ob exagonam vasis figuram. In inferiori vase est foramen G ita constitutum, ut aqua per id non defluat, nisi ad altitudinem foraminis F in vase ascenderit, totumque foramen contegerit: dico aquam ex foraminulis K, K per intervalla fluere. Contenta siquidem aqua in vase ABB suo pondere ex foraminibus KK defluet, donec per foramen F in locum exeuntis aquæ

subire aer potest. Quamprimum vero aqua delapsa foramen F occluserit, omnisque adeo aeris interclusus sit aditus, fluere aqua desinet, perinde ac in tubo A B fig. 13. occluso foramine A aquæ fluxus sistitur. Cum vero aqua ad superiorem usque orificij F partem ascendit, per foramen G in inferioris vasis N cavitatem ruit: quomobrem aperto iterum foramine F, ac novo per id admisso ære in vas A B B, ex foraminulis K, K iterum fluat aqua, donec ejus tanta exierit quantitas, quæ deduo foramen F obtegit: atque ita per intervalla fluere aquam patet. Et quoniam ex recepta in cavitatem MM aquæ quantitate prænosci facile potest temporis punctum, quo effluxus sisti, quo renovari debet, veluti imperari si potest & tanquam dicto audiens imperito vulgo obrudi.

re erit hæc actio particularum in XAE, ad eam in ZBI, veluti distantiae centrorum particularum in B, ad eas in A (1).

§. 1101. Cognita Aeris elasticitate, intelligitur, quomodo ex recipientibus ope Antliæ Pneumaticæ Aer exhauritur. Concipiamus enim embolum a fundo Antliæ recedere, & inter hanc atque recipiens communicantem tubum dari; Aer sua elasticitate se expandet, Antliam ingreditur vacuum, donec in hac, & in recipiente æque rarefactus existat: Expulso hoc Aere ex Antlia, & iterum a fundo remoto embolo, qui ad eum adactus erat, ut Aer expelleretur, denuo Aer ex recipiente, se expandendo, in Antliam ingreditur: idque reciprocatō embolo in Antlia, continuo fiet; quomobrem ope Antliæ Aer perpetuo magis magisque rarefcet: Antlia igitur Aer tantum rarefieri, non autem prorsus exhauriri potest.

§. 1102. Solet Vacuum Antlia factum, vocari *Boyleanum*; quod proinde non est adeo perfectum, quam *Toricellianum*, quod in superiori parte Barometri habetur, & quod Tubo & Mercurio efficitur.

§. 1103. Inventor Antliæ Pneumaticæ, circa elapsi seculi me-

(1) Ad maiorem hujus veritatis intellectum, animadvertere juvat maiorem aut minorem corporum elasticorum numerum, dum ita disposita sunt, ut centra habeant in eadem recta linea, minime vim resiliendi adaugere; hanc vero vim eam esse, qua duo quælibet ex his corporibus se mutuo repellunt. Sint exempli gratia spiræ A, B, C, D, E. *Vid. fig. 23. Tab. Addit.* quarum una alteri intumbat, supremæ vero intumbat pondus P; patet jam ex superius demonstratis planum X Y eadem vi premi aspira E, dum pondus ei superincumbit, qua premeretur ab ipso pondere P, si nulla interjecta esset spira; eademque ratione, spira E pari vi premitur a pondere P, ac si inter spiram E & pondus P alia spira D interponeretur; atque ita si alie spiræ atque alie interponantur, demonstrabitur planum X Y eadem vi premi, atque adeo spiram E ea-

dem resiliendi vi semper donari, si ve plures, si ve pauciores spiræ inter primam E & pondus P interjectæ fuerint. Porro spira E, eadem vi premit planum X Y, qua pellit aliam vicinam spiram D, hæc vero æquali vi spiram E repellit; ergo vis hæc resiliendi ea est, qua duæ quælibet spiræ se mutuo repellunt. Hinc vero liquet vim, qua aeris particulæ se mutuo repellere nituntur, crescere cum eadem proportionē, qua distantia inter earum centra decrescit. Duplicato enim pondere P, spiræ seu aeris particulæ B, C, D, E ad dimidium spatium constringuntur, adeoque distantia inter earum centra dimidia erit; & triplicato pondere, distantia inter centra erit tertia pars ejus, quæ erat antes, dum a simplici pondere P spiræ premebantur; atque adeo distantia inter centra eadem proportionē decrescit, qua pondus seu vis elastica & expansiva augetur.

medium, in Germania fuit Otto Guirikius, qui pulcherri-  
ma cum ea fecit pericula. Hæc impulerunt Nob. Boyleum,  
adjutum opera Gratoricis, Hookii, & Papini, ad similem  
Antliam in Britannia construendam, quacum plurima in-  
stituendo experimenta Philosophiam Naturalem summope-  
re promovit, hinc *Machina*, vel *Antlia Boyleana* sæpe  
vocatur. Eadem tempestate Leydæ a Cl. Voldero alia in-  
venta fuit, quacum An. 1675. in Laboratorio Physico ex-  
perimenta instituta Leydæ fuerunt. Hanc machinam, no-  
stra tempestate Cl. s'Gravesandius ad magnam perfectio-  
nem & simplicitatem reduxit, ita ut levi opera, & brevif-  
simo tempore, ex Recipientibus maxima Aeris copia exan-  
tliari possit.

§. 1104. Aerem igni expositum rarefieri, proditum est in  
§. 775., adeoque Aeris elasticitas augetur; quæ se qua-  
quaversum explicat, vel dilatare nititur. Aer contra a fri-  
gore in volumen minus condensatur, ac si elasticitatis par-  
tem amisisset. Calefacti Aeris vis demonstratur, cum tene-  
ræ vitreæ inclusus phialæ, hermetice clausæ, igni magno ex-  
ponitur, quippe se rarefactione adeo distendit, ut cum insi-  
gni crepitu phialam displodat (a). Vesicam antea non tur-  
gentem adeo inflat, ut prorsus crepet. Verum accuratio-  
ra circa vires rarefacti Aeris instituit Amontonsius (b) ten-  
tamina: quibus invenit, Aeris magnam aut parvam quan-  
titaem, vasi inclusam, a calore Aquæ ebullientis tantam  
vim sua rarefactione acquisivisse, quæ ad pondus Atmosphæ-  
ræ foret, uti 10 ad 33, aliquando uti 10 ad 35, quod ali-  
quoties etiam observavi, quippe Aer ita calefactus elevare  
potuit Mercurium in tubo ad altitudinem  $8 \frac{2}{7}$  pollicum,  
stante Mercurio in Barometro ad pollices 29.

Cum autem Aer in vase densior, quam est Atmosphæ-  
ricus, reddebatur, & pari modo ejus vires in Aqua ebullien-  
te explorabantur, deprehensus fuit habuisse expandendi vi-  
res in proportionem densitatis suæ (c): ita Aer siccus est  
comparatus: simulac autem vel tantillum humidi in se ce-  
perit, vires longe majores acquirit; verum hæc non ab  
Aere, sed ab elasticitate summa vaporis pendent, & ideo  
quoque eventus experimenti Amontonsiani non est omni  
tempore & loco idem, sed varietatibus subjicitur.

§. 1105. Quantum vero Aer ab igne rarefieri potest?  
Aeris

(a) L' *Hist. de l' Acad. Roy. An. 1710.* (b) L' *Hist. de l' Acad. Roy. A. 1708.* (c) L' *Hist. de l' Acad. Roy. A. 1702.*

Aeris expansionem a termino Glaciei incipientis, ad summum calorem æstivum, qui in Britannia datur, esse uti 6 ad 7, observavit Hauksbejus (a), quæ & in nostra regione fere etiam datur proportio, nisi quod fervidissimo die expansionem paulo majorem deprehenderim. Est volumen Aeris a statu incipientis glaciei usque ad calorem, quem Aqua ebulliens cum eo communicat, veluti 2 ad 3. Verum Cl. Bernoullius Petropoli observavit expansiones Aeris in aqua fervente, die æstivo calidissimo, & die brumali frigidissimo, uti 6, 4, 3 (b). Est volumen Aeris, frigidi instar glaciei, quæ formari incipit, ad eum calentem in vitro, quod liquefieri incipit, veluti 1 ad 3, si nempe Aer fuerit siccus; si autem aliquantum humidus fuerit, rarefcit in volumen duodecies majus, imo ulterius, quam in statu incipientis glaciei fuerat. Hæc experimenta perpetuo pro Aeris humiditate & siccitate differunt.

§. 1106. Quæsitum fuit, an Aer sua elasticitate orbari omnino, vel pro parte possit, ita ut quasi ad languorem aliquem reducatur? Elasticitatem integram perstare 16 Annorum spatio affirmavit Robbervallius (c): ilibatam eam, in Aere compresso, quinque annorum intervallo mansisse, accuratissimo mihi constitit experimento. Ex nonnullis experimentis opinatus fuit Hauksbejus, Aerem compressione ad languorem posse reduci; cum in vase Aer condensatus aliquamdiu manet, deinde sibi libere committitur, ut exeat quid possit, tum vas iterum claudatur, idque aque calidum elapso tempore aperiatur, denuo exhibet Aer, qui ad aliquem languorem redactus videtur, cum ceteroquin prima vice ex vase egressus fuisset: non tamen difficultate caret observatio. Ceteroquin Aerem ope sulphuris incensi elasticitate orbari posse, Halesius demonstravit.

§. 1107. Aer sibi libere commissus, & a causa comprimente liberatus, intra Fluidorum interstitia se semper in formam sphaeræ expandit; veluti videre est, cum Fluida sub recipiente ponuntur, atque ex hoc & illis Antliæ ope Aer exhauritur.

§. 1108. Quantum Aer, cum sibi libere committitur, nec amplius a vi quacunque externa comprimitur, sese  
sua

(a) *Physic. Mechan. Experim. pag. 170. Tentamina Floren. pag. 39. P. I.*

(b) *Bernoullii Hydrodyn. Sect. 16.*

(c) *Du Hamel. Hist. Acad. L. 4. S. 6. C. 1.*

sua elasticitate expandere potest? Difficillime huic quaestioni responderi potest, quia ex diversissimis Fluidis elasticis Atmosphaera componitur, quorum elasticitas admodum differt: si igitur quaeratur, quantum Aer virgineus, quantum quodlibet aliud Fluidum elasticum expandatur? prius haec Fluida pura & non permitta capienda sunt, quod factum difficillimum. Deinde altera difficultas datur, quomodo in spatio inani ponemus ejusmodi particulas, ut non amplius in se agant, sed una sibi libere committantur? nondum solutum est hoc Problema: ex crassioribus nonnullis experimentis in massa notabili Aerea capis, colligere licet, Aerem, prout ad Terrae superficiem fuerat, adeo rarefactum intumuisse, ut spatium 4000 majus occupaverit. Verum ad fluidum elasticum, quod Aquae admiscetur, attendendo, saepe observavi, unicam ejusmodi fluidi particulam, in tepente Aqua, se in volumen 46656000000 majus, quam antea conspiciebatur, expandisse. (1).

§. 1109. Est Aer admodum necessarius Animalibus plurimis, more humano respirantibus; animantes enim a spiratione Aeris sultinentur: idcirco Animalia inclusa recipienti, ex quo Aer educitur, respirare amplius nequeunt, nec Pulmones ab eo explicari; sed hi sibi commissi, propria vi contractili se constringunt, vasa sanguinea comprimunt, ita ut non amplius sanguis per Pulmones, nec ex Corde dextro in sinistrum, transire possit, quare cessante sanguinis circulo, de vita animalis actum est. Volatilia

majo.

(1) Cl. Boylius, aliique experti sunt aerem nullius ope caloris dilatari posse in spatium 13769 vicibus majus spatio, quod prope terram ab Atmosphaera pondere compressus occupat. Cum vero Regiae Londinensis Academiæ Socii aerem sexaginta vicibus coarctari posse testentur, si 13769 ducas in 60, habebis spatium aeris summe dilatati, ad ejusdem maxime coarctati spatium, ut 13769 x 60, seu ut 826140 ad unitatem. Cumque, ut demonstratum est, spatia ab aere occupata triplicatam habeant rationem ejus, quam habent intervalla inter centra particularum aeris, sequitur (reperita

radice cubica proxima numeri 826140, quae est 93) intervallum inter centra particularum aeris summe dilatati, plusquam 93 vicibus superare intervallum, quo distant earundem particularum centra, dum aer est summe coarctatus. Hinc argumentum traxit Newtonus, ut putaret aeris particulas non instar arcus aut spirae formatas esse, sed cum magna vi & ingenito se mutuo expellendi principio: cum aliter concepi non posset arbitretur, quomodo fere centies quaquaversus se expandere possint aeris particulae, & ita decies centies millies majus spatium occupare.

majora, ut & Terrestria animalia, satis cito moriuntur: Pisces diutius quidem vitam protrahunt, moriuntur tamen: nonnulla insecta in vacuo viva manent, alia moriuntur: Intumescunt tamen omnia, propter Aerem, in sanguine & omnibus humoribus hospitantem, qui, sublata Atmosphæra extrinsecus comprimente, se in vasis expandit, atque ita tumorem universo corpori conciliat.

§. 1110. In condensato Aere animalia diu, bene & hilariter vivunt; præcipue si continuo novus Aer adferatur, & aliquid antiqui ex recipiente emittatur. Hinc Urinatores vivunt satis bene in ampla campana,mersa sub Aqua, in Aere a 300 pedibus Aquæ compresso, & novies densiori, quam est ad Terræ superficiem, tantum novo Aere aliquantum reficiantur. & aliquid antiqui Aeris ex campana expellatur, veluti quotidianis observationibus confirmatur (a). Ceteroquin Animalia plurima in eodem Aere, & non renovato, clausa, brevi moriuntur; & quidem eo citius, quo vas, in quo hærent, fuerit minus. An id propter expirationes e suis Pulmonibus, tum ob reliqui corporis transpirationes, noxias vitæ, inutilesque respirationis? An quia Animalia Aerem in respiratione consumunt, aut eum ex statu elastico in fixam reducunt (b)? An potius est aliquid in Aere, quod Spiritu ductum alit & sustentat animantes, quod necessarium est ad vitam continuandam, quod continuo ab Aere secretum, sanguini in Pulmonibus admiscetur, quo ab Animali in vase consumto, actum est de vita? Stant Philosophi pro hisce sententiis: Forte, qui omnes simul conjungit, propius ad veritatem acceder.

§. 1111. Quemadmodum Aer ad vitam Animalium necessarius est, ita quoque primaria est causa Vegetationis Plantarum: nullum enim semen in vacuo Terræ commissum, humectatum, solumque germinat, veluti in aperto Aere (c): imo omnes plantulæ, vel musci minimi fuerint, vel aquatiles algæ, in loco, ex quo abest Aer, aut ubi idem assiduo stagnans quiescit, statim moriuntur (d).

§. 1112. In Aere Aquei vapores natant, nunc pauciores, nunc copiosiores: Aquam autem in poros Vegetabilium & Animalium se penetrans, partes removet, relaxat

(a) *Phil. Transf. N. 444. Clave motion of Fluids.*

(b) *Hales hæmastic. app. Exp. 6. pag. 323.*

(c) *Philos. Transf. N. 23.*

(d) *Boerhaave Chem. Vol. I, p. 428.*

laxat, tumefacit: adeoque Aer vaporibus scatens, & cum iis se intra poros nonnullorum corporum insinuans, efficiet, ut ab hoc vapore corpora easdem, ac ab Aqua, mutationes subeant. Operam dederunt Philosophi, ut vaporum copiam, in Aere diverso tempore natantem, mensurare possent. Instrumenta, huic scopo inservientia, appellantur *Hygrometra*, *Hygrostathmica*, *Hygroscopia*, vel *Notiometra*, quorum inventum adscribitur Maignano. Conficiuntur diversissimæ figuræ ex Lignis, Funibus, Chordis intestinorum, Pergameno, Spongiis, Corio, Cotoneo, Spicis aristarum, Oleo vitrioli, &c. Præstantissimam methodum Florentini (a) tradiderunt: varias plurimasque alias Leupoldus (b) collegit. Verum nulli confidere licet, omniaque recensita magnis defectibus subjiciuntur; plurimum etiam differunt mobilitate recentia & vetera. (1)

§. 1113. Nec inutile, nec inamœnum erit, universam Atmosphæram considerasse, cujus partem quasi tantum huc usque perspeximus. Atmosphæra ab omni parte Terrarum orbem amplectitur; qui si quiesceret, nec circa axim diurno motu circumageretur, ex legibus Gravitatis Atmosphærae figura sphærica foret, quia non potest quiescere Fluidum, nisi a centro Gravitatis universa superficies æqualiter distiterit.

§. 1114. Verum Terra circa suum axim motu diurno, & cum ea simul Atmosphæra vertitur: Quamobrem hujus partes diversis viribus centrifugis ab axe recedent, eo majoribus, quo ab axe plus distant, per §. 411. & quidem directione perpendiculari ad axim recedent.

§. 1115. Idcirco figura Atmosphærae evadet sphæroidea, nam

(a) *Tentam. Flor. pag. 14. & seq.*

(d) *Theat. Static. Univerf. Part. 1. C. 7.*

(1) Quorundam Hygrometrorum constructionem in tironum gratiam hic exhibere haud abs re fuerit. Funis cannabinus, aut nervus sidiū (Vid. Fig. 24. Tab. Addit. AB per parietis longitudinem extendatur super rotula B; alterique ejus extremo D pondus alligetur, cui infixus sit stylus FG. Eidem parieti affigatur lamina metallica HI in quotvis partes æquales divisa: constructum erit Hygrometrum; aeris enim humor funium & chordarum longitudinem sensibilibiter minuit, quo expirato prior

longitudo restituitur, ut experimentis pluribus compertum est. Aeris ergo aucto humore pondus G ascendet, imminuto descendet, indicabitque index FG in lamina HI ascensus vel descensus spatia, idest, varias humiditatis aeris gradus. Quod si sensibilibus Hygroscopium desideres, funem aut nervum sidiū circa plures trochleas circumvolve, ut in Fig. 24. \* Tab. Addit., & reliqua fiant ut ante. Vide Wolfii *Aerom. cap. 7. probl. 43.*



nam ejus partes in Æquatore, & in vicinis ab utraque parte locis, multo plus ab axe distant, quam in locis Polaris propioribus; & supra Polos erit vis centrifuga minima: Atmosphæræ igitur axis major per Æquatorem, minor per Polos transibit.

§. 1116. Quoniam in plano transeunte per Æquatorem vis centrifuga Gravitati est directe opposita, Aer Æquatori & locis vicinis incumbens omnium maximam jacturam gravitatis patietur; sed eo minorem, quo Aer regionibus, Polo propioribus, incubuerit: adeo ut in locis Polaribus vis centrifuga nihil de gravitate Aeris tollat, cum in eam sub Æquatore directione perpendiculari agat. Quamobrem pondus Atmosphæræ supra Æquatorem debet apparere minimum, prope Polos maximum: quemadmodum observationes Baroscopice quoque evincunt.

§. 1117. Sed & Aer supra Æquatorem debet esse multo rarior, utpote minus ponderans, minusque inferiorem, cui incumbit, comprimens, quam in locis majoris latitudinis, in quibus crassior sive densior erit.

§. 1118. Quamvis igitur easdem exhalationes corporum terrestrium Atmosphæra, ubivis in se reciperet, erit tamen Aer prope superficiem Terræ in diversis regionibus admodum discrepantis densitatis & raritatis; discrimen augent Montes, valles, exhalationes valde diversæ, vapores; veluti id homines experiuntur, cum in nonnullis regionibus Aerem conditioni sui corporis magis convenientem, quam in aliis animadvertant (a).

§. 1119. Aer in superiori parte Atmosphæræ sibi libere est commissus, adeoque se quantum potest, expandet. Quod editior est Aer, & quo longius a Terrarum colluvie recessit, hoc sincerior puriorque est: pars ima & vicina Terris comprimitur a pondere superioris: erit hic igitur compressus, spissior & in minus volumen adactus. Quamobrem si rectam conceperimus, a superficie Terræ ad supremam Atmosphæræ superficiem; in hac particulæ Aeris variæ magnitudinis erunt, eo majores, quo Atmosphæræ limitibus ultimis propiores fuerint.

§. 1120. Quoniam in Baroscopio Mercurius a pondere Atmosphæræ premitur, ut in hac regione in ipso Terræ solo ad altitudinem 29 pollicum Mercurius adscendat, si quis cum Baroscopio Turrim vel montem adscenderit, in

cacu-

-(a) *Lucres. lib. vi. Ver. 1101.*

cacumine non tanta copia Aeris, quam ad radicem, Mercurio incumbet, ideo, hic minus pressus, etiam ad minorem altitudinem in tubo suspendetur: periclitationes in multis regionibus captæ id comprobaverunt. Ipse in Trajectina altissima Turri sum expertus, Mercurium in Tu-

bo  $\frac{1}{12}$  pollicis descendisse, quotiescumque  $82 \frac{4}{12}$  pedes Rhen.

adscenderam. Feuilleus in littore Teneriffæ Mercurii altitudinem observavit 27. poll.  $9 \frac{5}{6}$  lin.; excelsissimum dein-

de montem 2193 hexapedarum adscendit, in cujus vertice Mercurius tantum altitudinis 17 poll. 5. lin. fuit. Non tamen id perpetuo pari proportionem in eadem regione, vel in diversis obtinebit, quia Atmosphæra non semper est æque gravis, nec æque pura, nec imprægnata exhalationibus æque ponderosis: nec æque calida, aut frigida, nec æque elastica. Inde provenit, ut, qui observationes alias examinat, eas non prorsus inter se congruere animadvertat, etiamsi in eodem monte captæ fuerint (a).

§. 1121. Si experimenta cum Baroscopio instituantur in diversis montis excelsissimi altitudinibus, Mercurius in constanti proportionem, quæ ex Lege Elasticitatis sequitur, non subsidet; sed semper Mercurius minus descendit, quo altius adscenditur; veluti observationes plurimæ a Cassino, Plantade, Clapies, (b) & Scheuchsero (c) captæ ostenderunt: procul enim abest, ut Aeris expansiones sint in ratione inversa ponderum prementium, cum in sublimi Aere expansiones fuerunt in majori ratione, quam inversa duplicata ponderum: hæc pendent 1. a variis viribus centrifugis, quibus in diversis altitudinibus partes Aeris sursum pelluntur. 2. a differenti Aeris gravitate ad varias distantias a centro Terræ, secundum §. 228. 3. sed & Aeris puritas, & hinc oriunda elasticitas in altitudinibus variis discrepat.

§. 1122. Quoniam igitur lex Elasticitatis in superiori Aere nondum cognoscitur, ex ea Atmosphæra vera altitudo erui non potest. Methodus illam ex crepusculis de-

(a) *Tentamina Florent. pag. 51. & seq.*

(b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1705. 1733.*

(c) *Philos. Transf. N. 405.*

terminandi est quoque admodum incerta, cum horum initium & finem accurate assignare non liceat. (r)

§. 1123. Si oculos sursum tollamus, cælum videmus cæruleum; quia spatia cælestia supra Atmosphæram sunt inania; idcirco apparent nigra; verum Aer reflectit

Tomo II.

K

lucem

(1) Celeberrimam inter recentiores Philosophos quæstionem de Atmosphære altitudine, variæque aeris in sublimioribus regionibus densitate, hic jejune attingit Auctor. At operæ pretium erit, si postiora huc spectantia ratiocinia memoremus. Jam vero ex superius indicatis patet specificam aeris gravitatem esse ad gravitatem aquæ, ut 1. ad 800: est vero aquæ gravitas specifica ad hydrargyri gravitatem, ut 2 ad 27, seu ut 800 ad 10800; ergo ex æquo ordinate erit gravitas specifica aeris ad specificam mercurii gravitatem, ut 1 ad 10800: atque cylindrus aeris altitudinis 10800 digitorum, seu pedum 900, ejusdem ponderis erit cum cylindro argenti vivi altitudinis unius digiti: quare hydrargyri 18 digiti barometro contenti, qui cum Atmosphæra æquibrantur, pondere suo columnam aeris æquabunt altitudinis digitorum 32400, seu pedum 1500; dummodo aer in tota sua expansione eandem ubique obtineret densitatem, idemque adeo sub eodem volumine pondus.

Verum cum aer ob vim elasticam dilatetur, seseque expandat proportionem, qua minuitur superincumbentis Atmosphære pondus, non eandem ubique densitatem obtinebit, sed eo majorem, quo propius Telluræ spiratur. Quam ob rem sit columna aeris (Vid. fig. 25. Tab. Addit.) ABCD a telluris superficie A B ad Atmosphære usque summitatem DC exacta, sique divisa in innumeras partes æquales AF, EH, GM &c. æqualibus scil. sumtis altitudinibus AE, EG, GL &c. etsi vero aer AF per totam altitudinem AE non eandem ubique densitatem obtineat, nec aer EH per totam altitudinem EG eandem præcise densitatem habeat,

quoniam vero magnitudines AF, EH exiguæ valde supponuntur, quod per singularum altitudinem occurrat densitatis discrimen; ut exiguum & insensibile contentum merito potest, ejusdemque adeo densitatis singulæ spectari possunt per totam earum altitudinem. Jam vero demonstratum est aeris varias densitates eandem inter se rationem habere, quam habent pondera quibus comprimitur; adeoque erunt densitates aeris in spatiis æqualibus AF, EH, GM &c. inter se ordinatim ut pondera aeris superincumbentis ESF, GSH, LSM &c. Sed in spatiis æqualibus AF, EH, GM &c. densitates sunt, ut materiæ quantitates inibi contentæ per §. 659. pondera vero quibus aer comprimitur, sunt ut quantitates materiæ ipsorum ponderum; erunt aeris quantitates æqualibus spatiis AF, EH, GM &c. contentæ, inter se ordinatim, ut quantitates aeris superincumbentis ESF, GSH, LSM.

Est igitur aeris quantitas AF ad quantitatem aeris EH, ut quantitas aeris ESF ad aeris quantitatem GSH, & alternando AF:ESF::EH:GSH, & invertendo ESF:AF::GSH:EH, & componendo ASB:AF::ESF:EH, & iterum alternando ASB:ESF::AF:EH. Et eodem modo demonstrabitur esse ESF:GSH::EH:GM; & ita porro. Si ergo demonstretur quantitates aeris in spatiis ASB, ESF, GSH &c. esse continue proportionales, consequens erit aeris quantitates spatiis AF, EH, GM &c. contentas esse etiam continue proportionales. Quod vero aeris quantitates ASB, ESF, GSH &c. sint continue proportionales, & modo dictis facile liquet; est enim ASB:

AF::

lucem Solis, eam non in radiolos separando; hæc lux albet: proinde cælum, & nigredinem cum alba luce permixtam contemplantes, colorem caruleum percipimus; eodem

AF :: ESF: EH: ergo convertendo ASB: ESF:: ESF: GSH. Similiter est ESF: EH:: GSH: GM:: ergo etiam convertendo ESF: GSH; GSH: LSM:: & ita porro. Aeris igitur quantitates æqualibus spatiis AF, EH, GM &c. contentæ geometricam progressionem component. Sed his aeris quantitativis respondent eorundem densitates; erunt igitur densitates aeris in spatiis æqualibus AF, EH, GM &c. in continua geometrica proportionem. Jam vero altitudines AE, AG, AL &c. quibus distat aeris portiones a telluris superficie distant, æquali omnes intervallo se superant, suntque adeo in continua arithmetica proportionem crescentibus igitur distis altitudinibus in arithmetica progressionem, respondentibus aeris densitates in continua progressionem geometrica minuentur, seu, quod ad idem recidit, respondentibus aeris raritates augebuntur in continua proportionem geometrica, quemadmodum Cl. Hallejus invenit.

Quæ hæcenus demonstrata est, variis aeris densitates definiendi, invicemque comparandi ratio, in Galilæana gravitatis hypothese locum modo vindicat, supponendo scilicet gravitatis vim ubique constantem, & quantitati materię proportionalem. At sciendum Cl. Newtonum *prop. 21 & 22 l. 2. Princip. Math.* eandem densitatum rationem inquire in aliis gravitatis hypothesebus, hæcque ille statuit theorematum. 1. Si gravitatis vis reciproce proportionalis supponatur distantiarum quadratis, fumanturque distantie in progressionem musica, erunt respondentes aeris densitates in progressionem geometrica. 2. Si gravitatis vis reciproce proportionalis sit distantie a centro, fumanturque distantie a centro

continue geometricæ proportionales, erunt respondentes aeris densitates continue etiam proportionales. 3. Si gravitatis vis sit directe ut distantia, ac ejusmodi fumantur distantie, quarum quadrata arithmeticam progressionem constituent, erunt respondentes aeris densitates in progressionem geometrica. Atque ita definitam habes densitatum aeris rationem in singulis his hypothesebus, quas reapse in tellure obtinere probabile reputat Cl. Newtonus. Ubi & illud spectari hic etiam opportunum erit, quod ex præscripta densitatum aeris ratione in hypothese gravitatis reciproce distantiarum quadratis proportionalis, consequitur, ipsique Newtono indicatur *prop. 41. l. 2. Princip. Math.*, quod scilicet si ascendatur a superficie terræ ad altitudinem semidiametri terrestris, aer ibi rarior sit, quam apud nos, in ratione longe majori, quam spatii omnis infra orbem Saturni, ad globum diametrum digiti unius descriptum; atque adeo globus aeris nostri digitum unum latius ea cum raritate, quam haberet in altitudine semidiametri terrestris, impleret omnes Planetarum regiones ad usque spheram Saturni, & longe ultra; quemadmodum fusius deductum est a Davide Gregorio *Astronomie Physicæ l. 5. prop. 3.* Verum quam hæcenus ex Newtono indicavimus, locum modo habent, dummodo supponatur aeris densitatem viribus comprimentibus esse proportionalem, seu esse aeris compressi spatia ponderibus comprimentibus reciproce proportionalia, quod sane prope telluris superficiem reapse obtinere plura experimenta probant. Verum fingi quorūque possunt aliæ condensationis leges, veluti quod aeris compressi densitas sit in ratione subduplicata, vel triplicata vis comprimentis, vel quod cubus

dem modo ac pictores ex albo nigroque pigmento cæruleum conficiunt. Non autem Aer ex luce colorem cæruleum separat, quia tum omnia objecta, lucem reflexam ab Aere excipientia, cærulea videntur.

K. 2

§. 1124.

cubus vis comprimentis sit ut quadrato-quadratum densitatis, vel ut quadrato cubus densitatis &c. In his vero singulis hypothesibus, densitatum proportio per sublimiorem Geometriam erui semper poterit, ut videre est in Mon. Acad. Reg. Scient. A. 1716., ubi hanc materiam subtilissime tractat Varignonius.

Sed redeamus ad Galilæanam gravitatis hypothesin, videamusque quid ulterius ex ea pro definienda Atmosphære altitudine consequi potest. Quæ secundum illam obtinent progressionis geometrica & arithmetica, prior scilicet densitatum, altera altitudinum, hanc proprietatem servant, ut sumtis duobus terminis quibuscunque progressionis geometricæ, ex. g. densitatibus aeris in spatiis EH, QC, quibus in arithmetica progressionem respondent altitudines AE, AQ, ratio quam habet densitas aeris AF (nempe primus progressionis geometricæ terminus) ad densitatem aeris EH, tantundem contineatur in majori ratione, quam habet eadem densitas AF ad densitatem aeris QC, quantum altitudo AE continetur in altitudine AQ. Quo posito ex data in duabus diversis aeris regionibus densitate, facile colligi potest altitudo cuiusvis datæ alteri densitati respondens; adeoque posito ultimo raritatis gradu, ultra quem nequeat ulterius aer rarefieri, nullo negotio totius Atmosphære altitudo colligi posset. Jam vero constat ex Mariotti, & Hællii observationibus, argentum vivum in barometro ad distantiam 81. pedum supra terræ superficiem, decima fere digiti parte descendere; quare cum prope tellurem consistat intra tubum ad altitudinem 28 digitorum, seu 280 partium digiti decimarum, supra turrim 81 pedes altam consistere

re debet mercurius ad altitudinem 279. earundem partium: Sed aeris densitates sunt ut pondera, quibus comprimitur; ergo erit aeris densitas in telluris superficie, ad densitatem supra turrim, ut 280. ad 279. Dictum est etiam ex Boylio aerem nullius ope caloris dilatari posse in spatium 13769 vicibus majus; quare si ad ultimum atmosphære terminum ita dilatatus sit aer, erit densitas aeris prope tellurem ad densitatem, quam habet in ultimo Atmosphære termino, ut 13769 ad unitatem, sive ut 3841551 ad 279. At qui eadem aeris densitas prope telluris superficiem est ad densitatem supra turrim altam pedes 81, ut 280 ad 279; quare hæc densitatum ratio tantundem in illa majori densitatum ratione continetur, quantum numerus 280 continetur in numero 3841551: tantundem ergo, ex dictis, pedes 81 contineantur oportet in totius Atmosphære altitudine, quæ ideo per regulam auream prodibit pedum fere 1125026.

Finita jam esset omnis de Atmosphære altitudine controversia, si reapse in omnibus aeris regionibus superius posita, proportio obtineret inter aeris densitatem, elasticitatemque, cum ponderibus comprimentibus: verum ut in inferioribus, & prope tellurem aeris regionibus ea proportio observatur, in superioribus tamen regionibus non accurate cum experimentis & observationibus quadrat. Dictum quippe est cylindrum aeris altum pedes 900., & ejusdem ubique densitatis, quam habet prope telluris superficiem, ejusdem esse ponderis cum cylindro argenti vivi altitudinis unius digiti; atque adeo decimam partem digiti argenti vivi ejusdem esse ponderis ac 90 pedes

AERIS.

§. 1124. Quotiescunque corpora terrestria fermentantur, effertur.

aeris. Si igitur aer per totam Atmosphaeram aequè densus esset, & ejusdem ubique ponderis sub eadem mole, ut argentum vivum in barometro decima digiti parte deprimatur, attolli deberet barometrum ad altitudinem pedum 90. supra tellurem. Est vero aer ad majorem a Terra distantiam dilatatus, ac minori pondere onustus; igitur multo major quam 90. pedum esse debet altitudo supra tellurem, in qua adductum barometrum decima digiti parte minuitur. Verum inter variationum barometri indagatores, qui maxime extendunt hanc altitudinem decimae digiti parti competentem, non majorem 82. pedum eam assignant: quare in regionibus superioribus minor est aeris densitas, quam quae esse deberet juxta positam cum superincumbente pondere proportionem; & in majoribus a terra distantis adhuc longe minorem esse aeris densitatem deprehenderunt Cl. Cassinus, ceterique qui ad producendam Observatorii Parisiensis lineam meridianam, plurimum montium altitudines summa diligentia explorarunt.

Id sane discrimen inter proportionem densitatis aeris cum suo pondere prope telluris superficiem, & in altioribus regionibus, ex eo potissimum oritur: quod non eadem sit aeris hujus & superioris natura. Imprimis enim non idem est in utroque aere calor, cujus vi aeris elasticam facultatem plurimum augeri constat. Deinde infimus hic aer vaporibus & terra, marique profluentibus, est refertissimus, quibus sane vel nulla, vel exigua valde est elasticitas, iidemque ob molliorem facile inter se cohaerere & in pluviam abire possunt. Hinc liquet aerem hunc inferiorem ob exiguum vim elasticam, qua praeditus est praeter illa, qua superior aer pollet, longe densiorem esse, superiorem vero ob majorem se expandendi vim longe rariorem esse, quam pro ratio-

ne superincumbentium ponderum. Haec elasticitatis lex in superiori aere experimentis nullis, & observationibus innotescit: quum vero inferiori aere obtinere deprehendimus, ob varias jugiter ejus condiciones ex variis vaporum, exhalationumque quantitate, & qualitate, nec constans esse potest: hinc Atmosphaerae altitudinem ex hoc fonte derivari quandoque posse omnino desperandum.

Quanam vero est methodus Auctori indicata Atmosphaerae altitudinem ex crepusculis definiendi, si horum initium, vel finis, accurate cognosci posset? Ut clarius res tota aperiat, sit (Vide fig. 26. Tab. Addit.) AHI circulus in telluris superficie in eodem plano cum eo, quem Sol infra horizontem describit, circa quem sit alius concentricus circulus O E K continens in eodem plano aeris portionem, quae Solis radios ad tellurem reflectens, crepusculum gignit. Sit A oculus in telluris superficie, cujus horizon sensibilis sit A F. Jam vero Sole infra hunc horizontem depresso, nulli ejus radii directe possunt ad oculum A pertinere, quod scilicet per 16. l. 3. Elem. inter tangentem A F, & circulum A H nulla duci potest recta lineae: At eodem Sole infra horizontem A F degente, veluti in L, plures dantur radii, qui in Atmosphaerae particulas incidentes, veluti in B, inde ad oculum reflectantur per B A, suntque hi crepusculorum causas. Ex puncto E superficiei aeris reflectentis, ubi horizon sensibilis circulum O E K secat, ducatur E G Sol in hac linea; & erit radius incidens G H E in A reflexus ad oculum, ob aequales angulos C E A, C E H. eritque qui primus maneat ad oculum pervenire potest, & ultimus qui vespere ibidem pertinet: eo-que idcirco crepusculi matutini initium,

effervescunt, putrescunt, comburuntur, vel Fluida supra ignem ebulliunt, ejaculantur ex se exhalationes fluidas, raras, tenues, vix conspicuas, elasticas, sonoras, Aeri similes, ab eo tamen proprietatibus differentes, veluti vidimus in §. 1060. Hæc, ut & alia fluida elastica in Atmosphæra deprehenduntur; hæc examinanda quoque forent, nisi angustiis temporis excluderemur; de hisce nonnulla videri possunt apud præstantissimos Philosophos, Boyleum, Mariottum, Cotesium, Reaumurium, s' Gravesandium, Halesium.

## C A P. XXXVII.

## De Sono.

§. 1125. **S**onus 1. aliquam conditionem in corporibus sonantibus notat; 2. tum quandam affectionem in Aere, ab his sonantibus inductam. 3. Ideam, quam Mens format, postquam ab Aere sonante organum Auditus affectum fuit. Hoc ordine brevissime tria percurrat.

§. 1126. Sonum excitari observamus, quotiescunque corpus Firmum, vel Fluidum per Aerem celeriter movetur; veluti cum tenue vimen antrorsum & retrorsum celeriter

K 3 ter

tum, & vespertini finis denotatur. Detur vero ejusmodi crepusculi matutini initium, vel etiam vespertini finis, & dabitur angulus GEF, qui Solis, ad id crepusculi initium vel finem, depressionem metitur; & quia EA tellurem quoque tangit, ob angulum CAE rectum, erit angulus ACH æqualis angulo depressionis Solis GEF, uterque enim cum angulo AEH duos rectos conficit; erique adeo angulus ACE dimidio anguli GEF æqualis. Sit itaque Solis, exeunte crepusculo, depressio 18 graduum, & erit angulus ACE novem graduum. Notis itaque in triangulo rectangulo ACE angulo ACE, & noto latere CA semidiametro telluris æquali, innotescet ex Trigonometria latus CE, atque adeo NE, Atmosphære Solares radios reflectentis altitudo. Patet igitur ex noto

crepusculi initio; vel fine, Atmosphære altitudinem lucis radios reflectentis facile innotescere. At nulli hæcenus certi definiti sunt limites, quibus crepusculorum initium vel finis continetur; eorum quippe duratio pendet ex quantitate materię in aere suspensa ad lucis inflexionem idonea, & ex altitudine aeris. Hyeme frigore densatus aer humilis est, & exinde cito desinunt crepuscula, seroque incipiunt: Æstate vero calore rarefactus aer altior est, & diutius a Sole illustratur, unde protrahuntur crepuscula. Nova jugiter & in qualibet anni tempestate contingere in Atmosphæra possunt, quæ crepusculorum durationem modo longiorem, modo breviorē reddunt, quæque sane mortalium nemo definire poterit.

ter vibratur. 2. vel cum Aer in corpora Firma quiescentia rapidissime incurrit, uti cum ventus spirat in arbores, rudentes, fistulas. 3. vel cum duo corpora Firma, in Aere posita, inter se colliduntur. Nunquam autem Aer solus per se sonat, neque corpora firma in vacuo posita; sed oportet, & Aer, & corpora adsint, quæ in eo moveantur.

§. 1127. Investigandum igitur est, quis motus in corpore Firmo requiritur, ad Aerem ita afficiendum, ut inde Sonus eliciatur. Ob oculos ponatur chorda elastica recta AB, (Tab. 13. Fig. 2.) tensa utrimque in A, & B, hæc a causa quacunque E, in situm AEB, inflectatur, tum subito laxata se elasticitate restituet, eundo etiam in situm oppositum ACB. Dum vero ita vibratur, parte ejus, quæ sibi mutuo impositæ erant, veluti in FG (Tab. 13. Fig. 3. 4.), partim a se recedunt, cum chorda in situm HIK, inflectitur, partim ad se comprimuntur, quia decrescit chordæ crassities: adeoque partes componentes nunc a se recedunt, nunc ad se accedunt, chorda ex una inflexione in aliam eunte & redeunte. In his motuum generibus non consistit corporis Sonus. Verum si chorda AB, (Tab. 13. Fig. 2.) a corpore quodam duro percutiatur, ita ut non modo inflectatur in situm AEB, sed etiam partes percussæ alio adhuc motu tremulo agantur, tum durante partium tremore Sonus excitatur.

Hoc patet ex sequentibus experimentis: 1. Sit AB (Tab. 13. Fig. 2.) fides Clavicymbali, quæ calamo corvino percutiatur, oscillabit, sonabit; decidente clavi, obduta panno, cessat sonus, pergetque adhuc vibrari fides; prope ipsam corpus durum, in quod incurrat, teneatur, iterum sonabit, ab hoc autem corpore oscillationes impediuntur, non augentur; excitatur tamen Sonus, quia novus tremor partibus tactis inducitur.

2. Chorda AB, supra violinum tensa, percutiatur plectro, uncto sebo vel oleo, vibrabitur chorda, non tamen ex ea elicietur sonus; plectrum autem exasperetur colophonia, ab eo percussus nervus sonabit, nunc non tantum oscillantibus partibus, sed simul trementibus alio motu.

3. Prout chorda AB, tensa supra violinum varia directione, vel perpendiculari ad longitudinem, vel obliqua, percutitur, alius auditur Sonus, qui non ab oscillationibus pendet; nam chorda eodem modo vibratur: sed ob alium partium tremorem differt Sonus.



4. Si chorda longa percussa sonet, non modo unus sonus, sed plures, & quasi integer concentus auditur, Musicis peritis restantibus: fit autem una tantum oscillationis species, tremoris vero plures, prout nonnullæ partes facilius, & citius, aliæ lentius tremunt.

5. Nec tantum in fidibus & chordis, sed in quibuscunque corporibus sonantibus id obtinet: nam percutiatur campana, sonum edet; expectetur, donec Sonus non amplius audiatur, tum nondum campanæ oscillationes desinent; deinde teneatur aliquod corpus durum prope campanam, in quod vibrationibus suis incurrat, iterum edetur sonus.

6. Si supra campanam nix ceciderit, pulsata campana vix sonabit. non quia oscillationes desinunt, sed motus partium subsultorii, a mallei ictu inducti, cessant.

7. Si tenacula ACB (Tab. 13. Fig. 5.) prius adducta, deinde laxata, elasticitate agatur, & contremisecat, non sonabit, verum pars CA extrinsecus in aliquod durum corpus incurrat, quod oscillationes potius minuit, illico audietur sonus.

8. Si fides vel chorda parum tensa sit, & vehementer percutiatur, parvus vel nullus ex ea elicietur sonus, quamvis in magnas agatur oscillationes, si vero valde tensa fuerit, licet parum percutiatur, clare sonabit.

Qui pluribus hanc sententiam adstructam cupiat, consulat Perraultum (a), Carreum (b), de la Hirium (c). (1)

K 4

§. 1128.

(a) *Essay de physiq.* (b) *L'Histoire de l'Acad. Roy. A.* 1709.

(c) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An.* 1716.

(1) Juvat tamen in maiorem hujus doctrinæ confirmationem sequentia observare. 1. Si campana vitrea immobiliter parieti adfixa parvo intervallo ab opposito clavo distet, interimque campana pulsetur, ut sonum aliquem edere possit, vel oculis ipsis intuebitur immobilem campanam iteratis ictibus clavum percutere, idque tandiu fieri, donec perdurat sonus. Quod sane argumento est campanam eo tempore, quo sonum emittit, quoad omnes suas minimas partes totam tremere, motuque hoc tremulo quemadmodum clavum, ita aerem circumfusum iteratis sæpius ictibus percutere; eoque motu per aërem omnem propagato,

auditus sensorium adfici, tandemque nobis sonum percipi. Quod si tremuli hujus motus partium campanæ nulla fiat in aere communicatio, nulla erit soni perceptio. Hinc si in recipiente machinæ Pneumaticæ inclusa fuerit campanula utut vehementi ictu percussa sonum nullum edet, quod scilicet tremulus partium campanæ motus tum aeri externo non communicetur.

2. Si post ictum mallei campanæ incussum, campanam ipsam manu apprehendas, aut si major fuerit, quam ut manibus apprehendi valeat, extensis brachiis amplecteris, eam notabiliter tremere, & brachiis tremorem communicare deprehendes.

At

§. 1128. Quoniam igitur Sonus in motu tremulo, vel subsultorio partium in corpore sonante consistit, atque varii tremoris gradus, majores minoresque esse possunt, etiam Soni intensitas, tum a magnitudine tremoris, partibus inducti, tum a multitudine partium trementium pendeat. Idcirco ad Sonum intensum fuscitandum causa vehementer percutiens corpus requiritur; tum ut dura sit: hinc si a malleo ligneo molli campana percutiatur, vix sonabit: si a metallico, vel ferreo durissimo, etiam si æque gravi feriat, multo intensius sonabit: si calamistro corvino fides percutiatur, gratus & intensus oriatur sonus, si id vero flexilius fuerit ex anseri, vel alia ave, percussa fides vix sonabit.

§. 1129. Quoniam omnia corpora Elastica concipiendis & continuandis tremoribus sunt aptissima, erunt quoque hæc maxime sonora, veluti experientia probat: hinc fides fiunt ex Orichalco & Chalybe; & Chordæ ex intestinis Animalium; & Instrumenta Musicorum ex lignis admodum elasticis, quæ Sonum semel excitatum, aliquandiu producant. Mollium vero partes vix contremiscunt, hinc percussa hujusmodi corpora vix sonant, aut sonum unius momenti tantum edunt, veluti cum plumbum percutitur, vel Fluidum ex vase ad aliud Fluidum effunditur (1).

§. 1130.

At longe breviori tempore perseverabit tremor ille, quam si nulla ratione eam tetigisses; diutissime enim post insitum malleo ictum, præsertim campanæ ingentis magnitudinis, tinnitus perseverat, qui ab alterius corporis contactu vel omnino destruitur, vel plurimum impeditur. Quamdiu tinnitus ille perseverat, tremulus campanæ motus sensu percipi potest, si digiti extremum quolibet in loco campanæ admoveas.

3. Si vasis vitrei latera digito circumducto ita premantur, ut sonum emittant, palam est aquam ipso vase contentam tremore cieri, & ferme ebullire, adeo ut minutis subsultibus minimæ ipsius particulæ quoadque sursum exiliant. Si scutellam, vel simile vas argento vivo impleas, videbis ejus superficiem crispari, varisque tremoribus agitari, quotiescunque vel campanæ pulsantur, vel

currus strepitum, aut alium quavis sonum audieris; quinimo vix ac ne vix quidem audies e longinquo appropinquantium equorum, vel currum strepitum, cum iam hydragyrum tremore suo illum indicare observatur.

(1) Patet itaque corpora eo magis sonora esse, quodensiora fuerint, majorique elaterio donata; quippe ceteris paribus, plures corporis partes ex eodem ictu tremorem concipiunt, majoribusque vibrationibus moventur. Cum autem tremulus sonori corporis motus aeri necesse est communicetur, ut ad aures usque nostras perveniat, consequens est e fortius corporis sonum aures percellere, quo aeris densitas, & elasticitas majores fuerint. Hinc 1. liquet in aperto aere sonum calore minui, in clauso vero calore augeri; apertus enim aer ubi calore afficitur, sese continue dilata.

§. 1130. Si duæ chordæ tensæ percutiantur, sonentque, atque altera lentius, altera citius, suas oscillationes absolvat; Sonus ab utraque excitatus, & comparatus, appellatur *Tonus*; horum ille *Gravior* dicetur, quem lentius oscillans excitat; alter *Acutior*, quem chorda celerius agitata edit. Omnes idcirco Soni referuntur ad *Tonos Graves & Acutos*; termini autem ubi desinunt *Graves*, & incipiunt *Acuti*, pendent ab arbitrio; hi nonnunquam a Musicis ponuntur, ubi est media littera C in Clavicymbalo (1).

§. 1131. Videntur proinde celeritates tremorum cum celeritatibus oscillationum utcumque convenire, saltem in plurimis occasionibus; etiamsi id non universaliter verum sit, uti colligimus ex tonis editis a chorda, quæ directione

dilatata, suamque adeo elasticitatem densitatemque imminui necesse est. Contra si aer undique clausus sit, se se minime poterit dilatare, quo fit ut priorem retineas densitatem, auctam habeat elasticitatem, quapropter augeri sonum necesse est. 2. *Æstate* sonos minores esse, ceteris paribus, quam hyeme, quod scilicet aer terram ambiens calore rarefactus, minori elasticitate, minorique densitate præditus sit. 3. Sonos ceteris paribus majores esse noctu, quam interdiu; nam sicut aer æstate calorem, frigus hyeme contrahit; sic pariter friget noctu, cum interdiu a Sole incalescat. 4. Demum in compresso aere majores esse sonos, quod in eo cum aucta densitate, augeatur etiam elasticitas.

(1) Diversitas igitur tonorum gravis & acuti ex crebritate & frequentia vibrationum, non vero ex majori vel minori earundem velocitate (quæ Aristotelis opinio fuit) dependet. Quod ut facilius intelligatur, tende primum sonoram chordam, sed paulo laxius, ut illius itus, reditusque, vel ipsis oculis observare possis. Aerem sane hæc chorda quo liber ita ac reditu pulsatur, aer vero pulsus ad aurem perveniens, auditus sensorium movet; sed quoniam

quæ eo motu fit in sensorio plaga jam consolidata est, nullo ejus remanente vestigio, dum appulsu alio nova fit plaga, ob sensibile interjectum tempus inter unum & alterum appulsus, hinc fit ut nulla ferre excitetur soni perceptio. Tende paulo vehementius chordam, itaut itus reditusque inobservabiles ob crebritatem sint, tum stridorem quendam, sibilumve aure percipies, quod appulsus ad aurem racti plurimum continentes non patiuntur plagam semel factam consolidari. Tende chordam adhuc vehementius, & clarum demum percipies sonum ob appulsus magis magisque continentes. Hinc ergo patet vibrationum majorem, minoremve frequentiam tonorum varietatem inducere. Quod de chorda dictum, circa cetera sonora corpora obtinere patendum est: sic lentus flatus in tibiâ immixtus sonum edit nullum, ob non crebros pulsus, repulsusque intra latera tibiæ; neque lentus flatus ex pulmonibus emissus sonat, ob parum crebros pulsus, repulsusque per arteriam, ipsumque os; ita enim quæ in organo sunt plagæ ob pulsuum infrequentiam satis cito consolidantur; sed vehementiori flatu sonus percipitur, ob frequentiores, manentesque in sensorio plagas.

ne obliqua vel recta percutitur; tum quæ a digito ad obstaculum levius vel fortius apprimitur, quæ cum oscillationibus iisdem tonos diversissimos edit.

§. 1132. Chorda tensa, & non a nimis magna vi percussa, ab initio ad finem tonum eundem edit.

Observatum enim fuit, chordæ AFB (Tab. 13. Fig. 6.) inflexiones ACB, ADB, AEB, a ponderibus in medio C, D, E, appensis, esse ut hæc pondera; quum autem elasticitatis actio sit ut pondus inflectens, erit ea uti est inflexio, sive distantia a puncto F. Proinde actio elasticitatis cum gravi in Cycloide PQR (Tab. 13. Fig. 7.) moto comparari poterit, cuius vis semper est ut distantia a puncto infimo Q; unde hoc grave æqualibus temporibus suas oscillationes magnas parvasque absolvit; quamobrem chorda elastica etiam æqualibus temporibus suas oscillationes ACB, ADB, AEB peraget, tonumque eundem edet.

§. 1133. Cl. Sauveurius (a) supputavit viam a chorda certo tempore absolutam, cum maximis oscillationibus agebatur; postea cum minimis, edendo tamen eundem tonum, observavitque viam in primo casu intra minutum secundum fuisse 72 majorem, quam in posteriori casu; ex quibus sequitur Soni intensitatem, nondum mutato tono, posse fieri 72 majorem.

§. 1134. Cum vero elasticitas in inflexionibus majoribus, in majori proportionem, quam sunt inflexiones, reagat, chorda valde percussa, & inflexa, velocius suas oscillationes absolvet, adeoque tonum acutiorem edet; imo fieri potest, ut strideat; hinc quoque Tibia, vehementer inflata, tonum multo altiorem edit, quam si leniter inflatur.

Id ex comparatione cum duobus pendulis æque longis, sed actis a variis viribus gravitatis, demonstrari potest; erant enim tempora oscillationum in ratione subduplicata inversa gravitatum per §. 392.

§. 1135. Observatum fuit, chordam AB (Tab. 13. Fig. 8.) 96 pedes longam, & a quodam pondere tensam, intra minutum secundum semel oscillasse; posito pectine in medio C, partem ejus dimidiam pari tempore duas oscillationes absolvisse; posito altero pectine in D, medio ipsius CB, partem BD quater oscillasse; posito pectine in hujus medio E, partem BE octies eodem tempore oscillasse.

Quamobrem semper prout erat chordæ longitudo, ita fuit reciproce numerus recursuum.

§. 1136.

(a) L' Hist. de l'Acad. Roy. A. 1700.

§. 1136. Observamus præterea, chordam AB (Tab. 13. Fig. 8.) aliquem tensam, edere tonum, chorda CB edit tonum in Octava altiore, DB iterum est in Octava, & hujus Octava est EB; quamobrem acuties tonorum sunt reciproce uti longitudines chordarum.

§. 1137. Toni proinde excitantur a chordis, determinatas oscillationes quodam tempore absolventibus. Quoties oscillationes, pari tempore peractæ, sunt inter se, veluti sequentes numeri, Toni aliquibus nominibus insigniti fuerunt a Musicis.

1 ad 1 Unisonum.	4 ad 3 Quarta.
2 ad 1 Octava.	5 ad 4 Tertia major.
3 ad 2 Quinta.	6 ad 5 Tertia minor.
5 ad 3 Sexta major.	9 ad 5 Septima minor.
8 ad 5 Sexta minor.	15 ad 1 Septima major.

Septem Toni constituunt Octavam, octavus enim Tonus est primus sequentis octavæ.

Auris exercitata potest in Octava distinguere Tonos 43 diversos (a): jacent inter singulos plurimi alii intermedii, quos humana Auris distinguere nequit.

§. 1138. Octavæ tam adscendentes quam descendentes possunt esse multæ: omnem Sonum, qui distincte & cum voluptate ab homine audiri potest, in decem Octavis contineri, opinatur Sauveurius, in octo Eulerus (b): idcirco tonus acutissimus 1024 oscillationes conficiet, quo tempore Gravissimus unam absolvit: in qualibet enim Octava altiori

est tempus dimidium præcedentis; est autem  $\frac{1}{1024}$  numerus  $\frac{1}{2}$  elevatus ad decimam potentiam.

§. 1139. Numerus vibrationum, quas chordæ tensæ dato tempore perficiunt, est ut radix quadrata ponderis tendentis, divisi tum a pondere chordæ, tum a sua longitudine: idcirco si duæ chordæ ejusdem longitudinis & crassitie tendantur diversis ponderibus, erunt pari tempore numeri oscillationum, uti radices quadratæ ponderum tendentium: positis igitur ponderibus uti 1 ad 4, edent chordæ tonos in octava.

§. 1140. Si duæ chordæ, ejusdem crassitie, differant longitudine, & tendantur ponderibus, quæ sunt veluti quadrata longitudinum, oscillationum numerum pari tempore eundem habent, adeoque sunt unisonæ.

§. 1141.

(a) L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1700. (b) Tentam. Musica C. I.

§. 1141. Si duæ chordæ æque longæ differant crassitie tenſæ in ratione crassitiei sunt unisonæ.

§. 1142. Idcirco duæ chordæ, longitudinis & crassitiei diversæ, tenſæ in ratione composita, ex ratione crassitiei & duplicata longitudinis, erunt unisonæ.

§. 1143. Ex hac doctrina patet, quare in Instrumentis Musicis chordæ diversæ crassitiei & aliquando diversæ longitudinis adhibeantur: quare chordæ breviores percussæ tonos acutissimos edant: & quomodo a tono gravissimo Bassi eadem chorda disponi possit, ut strideat acutius? Quomodo numerus vibrationum cognosci possit pro quolibet tono, a primo audibili & gravissimo, usque ad acutissimum, fere stridentem auri humanæ: cum illius oscillationes sint intra

M<sup>r</sup>, ut  $12 \frac{1}{2}$ , hujus vero 12800, nam  $12 \frac{1}{2} \times 1024 = 12800$

§. 1144. Quæcunque de chordarum oscillationibus memoravimus, obtinent in omnibus corporibus sonoris, quæ percussa in similes oscillationes & partium tremores excitantur, uti patet in campanis, poculis vitreis, &c. quæ percussa, ex rotunda figura ovalem induunt, eundo & redeundo; veluti ad oculum demonstramus. In his vero idem quoad tonos & oscillationum numerum contingere, patet ex Experimento Galilæi (a). Cum enim oram scyphi vitrei, Aquam continentis, perstringebat digito, sonus excitabatur, & undæ in Aqua: digito dein validius stringente vitrum, ut tonus esset in Octava altior, undæ nascebantur minores, quæ infinita cum accuratone quamlibet undam ex prioribus bifariam dividebant.

§. 1145. Videamus nunc quoque breviter, quid sit Sonus in Aere, cujus Theoria subtilissima est, quam penitus absolvisse videtur Nob. Newtonus; verum leviora tantum fundamenta sternam, quæ a Tyronibus capi possunt. Quoniam undæ in Aere sulcitatæ Sonum producunt, breviter, quomodo undæ in Aere sint comparatæ, expediam.

§. 1146. Concipiamus igitur animo particulas Aereas, a, b, c, d, e, f, (Tab. 13. Fig. 1. 9.) æquali a se posita intervallo. Sit in a, corpus elasticum, vel firmum contremiscens, cujus partes in Aerem incurrant, eumque moveant directione af: Aeris vehementer compressi notabilis copia subito laxetur, parique modo incurrat in aliam aerem directione af; particula ejus a, b, c, celerrime motæ, incurrunt in partes anteriores, quæ ipsis resistunt; has autem pro-

promovendo acervant, condensantque, donec densati Aeris elasticitas sua resistentia motum partium incurrentium sustulerit; adeo in intermedio aliquo loco *e*, inter *d* & *f*, densitas Aeris fit maxima; minor in *d*, *c*, *b*, minima in *a*.

Aer densior & magis elasticus in *e*, proinde retro agat particulas, quæ ex suo loco recesserant, ita ut *a*, redeat in pristinum locum cum reliquis inter *d*, & *a*, intermediis.

§. 1147. Formata ita fuit prima unda Aerea; quoniam vero particulae *e*, *f*, elasticitate se quoquoersus expandunt, directione ad *m*, quoque ferentur: assumptaque distantia *f m* æquali *af*, maxima Aeris densitas iterum generabitur inter *k*, & *m*, minima in medio inter *e*, & *k*, quoniam partes elasticæ *e*, *f* se restituendo, motu accepto in majorem raritatem expanduntur; quare ab actione elasticitatis majori inter *k* & *m*, retropellentur iterum particulae directionibus *l e*, *l r*, donec intermediæ pristinum locum, & densitatem recuperaverint: ita formata est altera unda, pari modo sequentes formabuntur.

§. 1148. Non autem hæ undæ se habent, veluti orbes in Aquæ plana superficie concentrici, sed in Aere sunt quasi in superficie Sphæræ, quia Aer condensatus se quoquoersus vi æquali expandit, & non sunt hæ undæ in suprema superficie, veluti in Aqua, sed in medio Aere. Hæ undæ Sonum producunt, qui modis sequentibus propagatur.

§. 1149. Omnis Sonus propagatur in expansionem sphericam, cujus centrum corpus sonorum occupat. Sit campana in loci ampli medio suspensa, hæc pulsata audietur ab omni parte, in qua auris ponitur: hic Soni intensitas decrescit in ratione duplicata inversa distantiarum a corpore sonante.

§. 1150. Sunt quoque cuilibet sono sui termini, ultra quos non amplius audietur.

Si quis enim alta voce locutus ad distantiam 100 perticarum audiri possit, hic tamen nequaquam audietur ad intervallum 1000 perticarum. An autem termini, ultra quos non amplius audietur Sonus, definiri possunt? nequaquam; nam hi pendent a magnitudine Soni, quæ determinari non potest. Quousque quidem propagatus fuerit sonus, ex nonnullis observationibus utcumque habetur: Florentiæ, rogante Newtono, tormenta bellica explosa sunt, quorum sonus auditus fuit Liburni, & ad arcem veterum supra

pra montem Rotundum, quæ quinque milliaribus ulterius distat: intervallum Florentiæ & Liburni est 50 Milliarium Italicorum, solum intermedium est montosum, & ventus viæ soni non favebat. Ceteroquin explosa Liburni tormenta audiuntur usque ad portum Ferrajo, inde distantem 66 milliaribus. Gallis Genuam expugnantibus, tormentorum sonus auditus fuit Liburni, quæ distantia est 90 milliarium Italicorum (a). Nihil autem certi quoad limites soni determinari poterit; etiamsi magnitudo Soni cognosceretur, quia ejus propagatio pendet a vento, ab Aeris puritate, intermixtis exhalationibus, elasticitate, densitate, calore, & ab intervallis inter singulas particulas.

§. 1151. Propagatur sonus satis lente (b), non tamen semper pari cum celeritate, sive in eadem, sive in diversis regionibus, quamvis ventus nullus spiraverit. Videtur Gasfendus inter primos fuisse, qui ad spatium a sono intra datum tempus percursum attendit. Hic invenit, Sonum intra minutum secundum pedes 1473. percurrisse: accuratius tamen Florentini Philosophi ope incensarum Ballistarum, a quibus dato intervallo aberant, velocitatem Soni determinaverunt; cum enim flamma eodem fere tempore ab adstantibus & remotis spectatoribus conspicitur, intervallum temporis inter visam flammam & auditum sonum ab observatore, in dato spatio a Ballista, dat celeritatem Soni: secundum Florentinos Sonus intra M<sup>in</sup>, pedes 1185 (c) percurreret; postea clarissimi in Gallia Philosophi, Cassinus, Hugenius, Picardus, Romerus, eidem examini intenti, Sono viam 1172 Paris. pedum (d) assignaverunt. Flamstedius & Halleyus in Britannia idem repetentes, posuerunt pedes Parisinos 1070, quam mensuram Nob. Newtonus approbavit: Alii aliam celeritatem invenerunt. Nec dubitandum, quin in Erruria, Gallia, & Britannia summa cura observationes sunt captæ. Ex quibus concludebam, Sonum non semper ubivis Terrarum esse æque velocem. Placitum tamen hoc dubium fecit Cl. Derhamus, dum ait, in omni tempestate, sive calum sit sudum & serenum, sive nebulosum & turbidum, sive nix decidat, sive nebula, seu tonet aut fulguret, sive æstus vel frigus adurat, sive dies vel nox sit, Æstas vel Hyems, sive Mercu-

(a) *Philos. Transf. Num.* 113. (b) *Lucretius l. vi. v. 166*

(c) *Tentamina Florent. p.* 113.

(d) *Hamel. Hist. Acad. Reg. l. 2. Sect. 3. Cap. 2.*



ius in Barometro adscendat, vel humilis sit, in omnibus Atmosphæræ mutationibus (ventis tantum exceptis) celeritatem Soni nec maiorem, nec minorem, sed tantum Sonum magis vel minus clarum esse.

§. 1152. Ex cognita hac celeritate soni in spatio determinato percurrente, numerus pulsuum sive undarum, & earum distantia in Aere, ope Regulæ a Nob. Newtono traditæ (a) cognosci potest. Invenitur numerus vibrationum, quibus corpus sonans dato tempore agitur, per hunc numerum dividatur Spatium, quod pulsus eodem tempore percurrere possit, & pars inventa erit pulsus unius latitudo. Invenit Sauveurius fistulam apertam, longitudinis pedum circiter quinque, sonum edere ejusdem toni cum sono chordæ, quæ tempore minuti secundi centies oscillat: adeoque undæ plus minus 100 in spatio pedum Paris. 1070 excitabuntur: hinc quælibet unda ab alia pedibus 10  $\frac{7}{10}$  distat. Quoniam tonus Musicus admodum acutus editur a chorda, 6400 recursus faciente intra M, ejus undæ tantum a se invicem 2  $\frac{1}{160}$  pollices distabunt.

§. 1153. Hæc Soni Lex usum magnum præstat Nautis, cum ex explosis Tormentis, visa nempe flamma & percepto Sono, quantum a se naves absint, cognoscere possunt. Prodest militi in obsidione urbis, ut quanto intervallo ab ea absit, cum cuniculos agere incipit, cognoscat. Prodest quoque Geographis ad distantias locorum mensurandas, quotiescunque inaccessæ rupes inter loca intermediæ jacent: nec nocet securitati nostræ, ut Fulminis distantiam a loco, in quo versamur, sciamus.

§. 1154. Sonus magnus & parvus est æque celer in eodem spatio percurrente, licet magnus plus spatii in suo progressu conficiat. Id Florentini suis experimentis, captis cum diversi generis Ballistis invenerunt; idem confirmavit Derhamus, cum pulsatio mallei, & fragor sclopeti, pari tempore Milliariis intervallum percurrerunt.

§. 1155. Sonus idem semper æque velox in suo decursu observatur, adeoque undarum Aerearum æquabilis est celeritas.

Primi hoc observarunt Florentini, cum enim in distantia 3000 cubitorum varia tormenta bellica audivissent explodi,

(a) *Phil. Natur. Lib. 2. §. 50.*

plodi, numerassentque 10 dimidia minuta secunda : intervallum duplo minus dimidio tempore Sonum pervenisse notarunt : idem postea suis observationibus confirmavit Derhamus (a), cum nempe motus Soni est horizontalis. An vero Sonus æque celeriter ascendit in altum, quam descendit? Forte aliquanto citius in montem ascendit, quam descendit, veluti Derhamus collegit.

§. 1156. Ventus secundus Sonum accelerat, & eo magis, quo impetuosius spiravit. Ventus adversus Sonum pro suo impetu retardat.

Gassendus ex suis experimentis, Ventum nec accelerare, nec retardare Sonum collegit: Florentini captis experimentis idem confirmaverunt. Verum Cl. Derhamus, summa fruens opportunitate celeritatem Sonorum observandi, invenit, vento secundo Sonos intervallum inter Blackheat & Upminsterum tempore 111 semisecundorum minutorum percurrisse: Vento autem flante adverso, elapsa fuisse 121 semisecunda minuta, ut Sonus eandem viam adsolveret.

§. 1157. Ventus secundus Sonum ad majus intervallum deferit, quam quidem flante Vento adverso propagatur.

§. 1158. Si scopleta directione versus locum observationis, vel directione averfa, horizontali, vel sub angulo quocunque cum horizonte explodantur, sonus in suo decursu semper æque celer est, & decurrit pari velocitate supra loca terrestria sinuosa, incurvata, quam plana.

§. 1159. Sonus major minorem suffocat, ut vel non audiatur, vel non distinguatur.

Adsis enim campanæ maximæ sonanti, te loquentem non audiet proximus: nec melius intelligeris positus inter tympana bellica, & tormentorum explosiones.

§. 1160. Quoniam Sonus in Aere est species undæ, a corpore, in quod incurrit, poterit reflecti, adeoque redire ad lucem, e quo exierat.

Sonus idem reflexus ad locum suæ originis, qui percipitur distinctus a primo, vocatur *Imago*, vel *Echo*.

§. 1161. Inter hanc & Sonum primarium eo brevior mora intercedit, quo obex repercute causæ sonanti fuerit propior: si enim obicis distantia a causa 535 pedibus absuerit, inter Sonum prolatum & reflexum tempus minuti secundi intercedet. Adeoque omnes voces intra hoc tem-

tempus ab aliquo prolatae, poterunt, ipso desinente loqui, iterum audiri, quasi prolatae ab Echo; quo obex majori intervallo a causa distiterit, eo plus temporis intercedet inter reditum imaginis; quare Echo hujusmodi poterit esse Polytyllaba, quæ,posito obice causæ sonanti proximo, monosyllaba tantum est.

§. 1162. Quoniam Sonos, infinita celeritate se sequentes, Aure humana Mens non distinguit, sed mora inter eos requiritur, ut distincti audiantur, idcirco quamvis locus Sonum reddiderit ad loquentem, Echo ob propinquitatem obicis non audietur: Musici periti supra violinum distinctos tonos intra M<sup>o</sup>. plerumque ex nervis eliciunt 9 vel 10. cum celerrime sive *Prestissimo* cantilenam ludunt; adeoque Auris exercitati Musici imaginem tantum posset distinguere, cum Sonus reflexus directum æque celeriter, ac in cantilena tonus tonum sequitur: qui ut percipiatur,

obex a causa sonante pedibus  $53 \frac{1}{2}$  abesse debet; si e-

nim 50 pedibus Par. duntaxat abfuerit, dubito, an peritissimus sonum sequentem a primario distingueret, sed tantummodo audiret clangorem: Auris vero minus exercitata majus intervallum obicis postulat, ut imaginem audiat distinguatque a Sono primario.

§. 1163. Si ad varias a loquente distantias abfuerint obices, quorum proximi humiliores, remoti altiores, aut tantum duo excelsissimi obices fuerint, qui ad eundem locum reddere Sonum possint, diversæ repetitiones ipsius Echo audientur, quarum una sequitur alteram. Quoniam plerumque vox eo debilius auditur, quo e longinquiori loco venerit, erit prima Echo fortissima, quæ e loco proximo; aliæ debiliores: quamobrem vox *Ab* prolata, gemitum moribundi exprimet. Repetitas imagines quoque dabituri muri paralleli altissimi, quales fuerunt Villæ Simonetæ, descripti a Kirchero, Schotto, Missonio, in quorum uno fenestra, per quam qui loquitur, quadragesies verba sua repetita audit. Quia autem Sonus in suo decursu est æque velox, æqualia temporis intervalla inter singulas repetitiones intercedunt, uti de Lanis & Derhamus observaverunt.

§. 1164. Quicquid Sonum ad locum, unde venit, repercutere potest, causa potest esse ipsius Echo: idcirco muri, moenia urbium antiqua, sylva densæ, ades, rupesque

trans flumen positæ, campi cespitibus ac virgultis exasperati, saxa cava & anfractuosa, tum & nubes, Sonum reddunt: hinc tonitruum mugitus, & repetita murmura; cælo sereno explodatur tormentum, unius momenti sonus fit: in Aere pendeant nubes, soni aliquo modo continuati elicientur.

§. 1165. Potest quoque Sonus conservari, impediendo quominus sphærice se expandat, quod fiet, si tubis vel canalibus longis immittatur, a quorum parietibus reflectitur, unde illibatus sonus ab uno canalis extremo ad alterum pervenit: hinc observante Kircherò, Sonus illibatus defertur in Aquæ ductibus Romanis 500, imò 600 pedes longis, ad quorum orificium qui loquitur, audiri atque intelligi ad alteram extremitatem potest. Ope ejusmodi canalium, etiamsi inflexorum, potest Sonus ad quemcunque locum dirigi. Potest quoque Sonus, lucis instar, colligi in exiguo loco, qui quasi focus ejus existit; veluti probant nonnullæ cameræ, quarum lacunar fornice constat elliptica, in cujus altero foco si quis submisit loquitur, potest in altero foco clare audiri. Tubæ quoque conficiuntur, quæ ex lato ore A (Tab. 13. Fig. 10. 15.) in angustum canallem B desinunt, meatui auditorio imponendum; sonus aperturam latiore ingressus, replicatusque aliquoties a Tubæ lateribus, condensatur quasi, ut ex angusta parte in aurem ingrediatur, atque ita validissime membranæ Tympani concutiat. Idem observatur, cum aurem Tubæ Stentoræ angustiori orificio applicuerimus, latiore partem causam versus sonoram dirigendo: hoc modo auxiliamur furdastris, veluti senibus ope perspicillorum. Potest quoque Sonus minui, & quasi suffocari, cum in corpora laxiora, minus elastica, inæqualis superficiei, eum reddendo inepta, incidit: hinc vox perorantis admodum minuitur in camera, cujus parietes tapetibus laxis ornati, aut cum in frequenti concione a multitudine auditorum, propter frequentes hiulcos inter unumquemque, & vestium laxitatem, Sonus continuo intercipitur & suffocatur.

§. 1166. Ope Tubarum Stentorearum augetur Sonus; & ad multo longius intervallum propellitur. Augetur Sonus ab elasticitate Tubæ, quæ a sonante Aere mota, aliquamdiu contremiscere pergit, unde quasi idem Sonus repetitur, atque ita idem fere fit, ac si vox eadem a pluribus hominibus simul ederetur. Cum tamen inter primum sonum, ejusque contri-

nuati tremores ultimos, notabile temporis spatium datur, auris primum sonum ab ultimis sonis distinguere potest, hinc oritur clangor, efficiens ut sonus minus distinctus evadat: quare ut vox per Tubam prolata, ad intervallum magnum distincte intelligi possit, oportet, ut lente quolibet vox pronuncietur.

§. 1167. Alexander Magnus ejusmodi Tubam habuisse dicitur, qua totum exercitum, quamvis dispersum, convocavit, & ita præsentem stetit, ac si singulis præsens loqueretur, cujus iconem Kircherus exhibet (a), qui deinde aliquam similem fieri curavit: post ipsum Anno 1654. P. Salar Parisiis in usus Musicos Tubam  $5\frac{1}{2}$  pedum fecit.

Verum postquam Nob. Morlandus (b) se ad emendandas has Tubas applicuit, post Annum 1671. imprimis innovaverunt. Hic vero excitavit Eruditos, ut optimam figuram, quæ Tubæ dari potest, investigarent: Problematis solutionem Cassegrainus (c), Conjers, alique tentaverunt. Verum optime hoc solvit Cl. Halius (d), construendo Tubam AB (Tab. 13. F. 11.). constantem ex elliptico corpore AC, cum annexo CB parabolico: si enim in foco Ellipseos A os loquentis ponatur, radii phonici AE, AF, AG, AH, a parietibus E, F, G, H, percussa in C, altero foco ellipseos, concurrent, qui quoque sit oportet focus parabole CB, cum ellipsi conjunctæ: ex hoc foco C radii phonici CK, CE, CM, CN exeuntes a parietibus, K, L, M, N parabola reperiuntur secundum KO, LP, MR, NS, paralleli ad axim CB, atque ita ad longum intervallum promoveri poterunt. Sola parabolica forma Tubis brevioribus sufficit: longiores e variis ellipsis inter se, & cum parabola conjunctis construi possunt.

§. 1168. Postquam quid sit Sonus in corpore sonoro, & in Aere vidimus, plurima alia, quæ ab utriusque actione pendent, intelligi poterunt.

Sint duæ chordæ musicæ in eodem, vel in duobus Instrumentis, sibi proximis, unisonæ; percussa una, sonabit quoque altera chorda, ejusque tremor ex imposito levissimo corpore ad oculum apparebit. Cum enim a tremente chorda Aer in undas cietur, hæc incurrunt in alteram chordam,

L 2

dam,

(a) *Ars magna Lucis, & Umbræ* L. 2. Part. 1. Cap. 7.  
 (b) *Account of the speaking Trumpet.* (c) *Journal des Sçavans* A. 1672. p. 131. (d) *Traictat. de Tuba Stenterophinica.*

dam, quam, quia hæc pari velocitate contremiscere potest, facile in similes tremores commovent. (1).

§. 1169. Si sint duæ chordæ in duobus tensæ Instrumentis, vel in eodem, & in octava, percussa illa, quæ tonum acutiorem edit, sonabit altera, atque hæc in medio suæ longitudinis nodum quiescentem habebit. Quia Aer in undas, duplo celerius euntes, agitur a chorda acutioris toni, quam moveri potest ab altera chorda, ea tamen concutit, parisque celeritatis tremoribus agitatur; idcirco hæc in medio suæ longitudinis punctum quietis habere tenetur: nam si fiat duplo brevior, erit unisona cum altera toni acutioris. Observantur vero plura puncta intermedia quiescentia in chordis, quæ percussæ varias Octavas sonarent, nunc autem hoc modo unisonæ evadunt.

§. 1170. Ex his intelligitur 1. Quamobrem nonnullis  
cor-

(1) Sequenti exemplo res clarius innotesceat. Sit pendulum, seu corpus quantum libet grave a filo pendens, & ad imum punctum in quiete positum. Minima quacunque vi, veluti levi flatu id impelli supponamus, ut oscillare, & a perpendiculari parum removeri valeat: ubi vero suo pondere ad perpendicularum redit, priorem vim retinet, qua idem perpendicularum versus partem oppositam prætergrediens, tantundem versus eam progrediatur, quantum dato flatu versus contrariam dimovebatur, atque ita integram oscillationem complebit. Cum vero iterum cadendo secundam oscillationem incipit, novo flatu nova vis ei tribuatur, quo fiat ut secundam oscillationem majorem conficiat; qua completa, dum tertia inchoatur, iterum alio flatu nova vis addatur; idque porro fiat: his certe flatibus suo tempore iteratis, initio scilicet oscillationum, corpus paulatim ejusmodi vim acquireret, qua ingentes oscillationes absolvere ex se possit, nec flatibus exigua vis amplius sufficiat, sed valida opus sit ad id compescendum. Simili ratione videmus unum hominem hisce pulsibus opportune, statimque temporibus iteratis ingens campanum æs movere,

ad quod postea compescendum, hominum turba frustra laborat. Quod si pulsus isti perturbato ordine tribuantur, tum tantum abest, ut vis penduli, vel æris campani augeatur, quin potius minor fiat vis illa per priores pulsus acquisita. Quibus præmissis facile intelligitur qui percussa chorda & sonum edens, propinquas alias unisonas ad resonandum adigat. Pulsus siquidem a nervo resonante per aerem propagati circumposita quæque corpora offendunt, inter quæ si nervus sit resonanti concors, sive ad unisonum tensus, cum primum ab aere pulsus est, primamque vibrationem explevit, secundæ vibrationis initio ab alio veniente pulsu vim majorem acquirit, quippe qui vibrationes conficit cum resonante nervo æquediuurnas: alii vero nervi cum non eadem motus celeritate itus, reditusque suos compleant, ac nervus resonans, primo quidem ictu ad motum aguntur, verum motus iste a secundo ictu aut minuitur, aut destruitur. Quod verum de nervis dictum, de ceteris corporibus debet intelligi. Tum & illud liquet, sonos insensibiles primum a resonante corpore formatos, a corporibus porro in quæ incurrunt, referri ampliores.

corporibus sonantibus, etiam nostri artus, ossaque contremiscant? tum quare vitra fenestrarum, scyphi, ipsæ ædes, aliaque in iis corpora sonent? omnia enim, quæ Unifone, vel in Octavis gravioribus tensa sunt, quam corpus sonans percussum, consonare tenentur, veluti in chordis §. 1168, 1169 contingit.

2. Cur in vacuo Boyleano omnis sonus cessat? quia etiamli contremiscat campana, in vacuo suos tremores nec cum Aere, nec cum ullo corpore ambiente communicare potest; adeoque nihil est, quod Aerem externum moveat; concutiatque organum Auditus.

3. Si autem experimentum non accurate instituitur, sed campana, etiamli recipiens omni Aere orbetur, suos tremores cum recipiente, vel alio solido corpore, cui insitit, & quod tremores Aeri externo impertit, communicare possit, tum percussæ campanæ Sonus aliquis additur.

4. An non in Aere rariori Sonus minuitur, propter minorem rarefacti Aeris elasticitatem? ideo in Aere densiori est aucta Soni intensitas: potestque campana in Aere condensato clausa ad longius intervallum audiri, quam cum in Aere rariori sonabat: hoc si verum, tum quoque aucta Aeris elasticitate, & manente densitate eadem, quemadmodum fit, cum Aer inclusus recipienti ad ignem calefcit, Soni intensitas increfcere debet; quod fieri notant quoque Philosophi.

5. An sonus in inflatis fistulis oriundus pendet a tremore arundinis aut lingule, ut & ab Aere per fistulas currente, cujus undæ vel citius vel lentius explicantur pro fistularum longitudine differente, aut foraminum lateralium situ? an vero Sonus fistularum tantum ab Aeris interni tremoribus pendet? Plurima hic restant quæ Sonum in Aere spectant, sed quæ in his Institutionibus tradi non possunt. (1).

## L 3

## §. 1171.

(1) Opportunus hic locus esse videtur, ut antequam missa hæc doctrina fiat, novæ Cl. Mairani Theoria de Soni per aerem propagatione in Monum. Reg. Scient. Academiæ A. 1737. relatæ specimen exhibeamus. Putat vid. Vir Cl. quod quemadmodum in simplici lucis radio plurimum diversæ refrangibilitatis radiolorum veluti fasciculus conti-

netur, quorum alii rubrum, alii flavum, alii alios colores excitare apti sunt; ita in soni vehiculo seu aere, quod luce longe crassius corpus est, plures contineantur diversæ elasticitatis partes, quarum aliæ unum modo tonum, aliæ alterum excitare aptæ sint; ita quidem ut non per omnes obvias aeris partes datus sonus ad aures usque nostras vehatur, sed per

§. 1171. Oportet ut breviter nunc videamus, quid sit Sonus in mente, & quomodo hæc audiat, quod fieri nequit, nisi aliquomodo Auris fabricam exponamus, veluti Oculum, Visionem explicaturi, descripsimus. Duæ homini Aures datæ, laterali, mediæque capitis parti appositæ eo modo, ut quicumque Sonus ad caput allabitur, necessario alterutram, vel utramque Aures, feriat.

§. 1172. Est substantia propria Auris cartilaginea, tenuis, elastica, ut facillime ab Aeris undis in tremores concitetur: membranis obducitur, ne Soni clangosi evadant: superficies externa AB (*Tab. 13. Fig. 12.*) donatur nonnullis eminentiis & cavitatibus, capiendo, reflectendo, dirigendo sono in concham, ne laberetur atque erraret, priusquam sensus ab hoc pulsus esset, destinatis, aptisque. Potest ope trium muscutorum interiorum, & trium exteriorum, ita tendi, expandi, applanari, ut quibuscunque tremoribus, & sonis capiendis, vel aliquomodo arcendis, aptetur, & cum iis etiam harmonice contremiscat.

§. 1173.

eas modo, quæ elasticitate sua datum illum sonum in se recipere, & transferre possunt. Non levia sane verosimilitudinis indicia hæc præferre videtur sententia. Et imprimis analogia cum lucis radiis non exiguam ei pondus adlit. Quis sane crederet, nisi experimentis extra omnem dubitationis aleam positum esset, in lucis radio quinque, vel septem ethereos radios contineri, diversæ velocitate, variisque attrahentibus viribus præditos? Quid ni & de aere idipsum affirmabimus, quem luce longe crassiores esse constat? Rursus plures eiheterogeneas contineri in aere partes indubium est, omnium scilicet perspirabilem, & accensurum exhalationes, seu terrestrium omnium corporum, sive firma, sive fluida fuerint, subtilissimas particulas, quas diversa figura, magnitudine, elasticitate pollere pro varia corporum, ex quibus egrediuntur, conditione, nemo inficiabitur. Quemadmodum ergo nervus resonans ex aliis contiguis eos modo ad resonandum adigit, qui ad unisonum tensi sunt, seu qui eandem eodem tempo-

re cum resonante nervo vibrationes edere possunt, idipsum in aeris particulis locum habere putat Mairanus: omnes quidem illæ ad datum sonum impelluntur & vibrantur; at ex iis, quæ ratione suæ elasticitatis, datum sonum in se recipere, & conservare possunt, aliis contiguis concordibus seu unisonis eundem motum communicant, hæque porro aliis similibus, donec tandem ad aures usque nostras is motus appellit. Nec sane aliter rem intelligi posse videtur; cum enim tonorum diversitas ex vario vibrationum eodem tempore factarum numero pendeat, pluresque simul toni per aerem transferri valeant, & a nobis audiri, nisi varietas esset in Atmosphæra partes varios tonos referentes, dicendum esset eandem Atmosphæra partem simul & eodem tempore diversos vibrationum numeros efficere; ita e. g. cum organa sua seu diapason, cum interiecta quinta simul audiri, eandem quantitatem simul & eodem tempore 4000, 3000, & 200 vibrationes efficere oportet; quod absurdum esse patet.



§. 1173. In fundo Conchæ, sub Trago cartilagineo C, incipit meatus Auditorius, ellipticæ figuræ, cujus apertura plerumque est  $5 \frac{1}{35}$ , linearum Quadrat. Pollic. & ma-

gnitudinis respectu totius Auris uti 1 ad 50; quamobrem sonus ad aurem illapsus, & meatum ingressurus, potest esse quinquagesies intensior, quam si absque Aure meatum intrasset. Hic duos & quasi corneolos habens introitus, est tuba DE, partim ossea, partim cartilaginea, 9 lineas longa, 4 alta, 3 lata, cylindro-elliptica, serpentino progressu DF adscendens, tum descendens FE, iterumque adscendens; terminatur a membrana Tympani G, oblique apposita, formante angulum obtusum a parte superiori, acutum ab inferiori, ne Sonus recta ipsam feriret, sed post varias in hac tuba reflexiones, admodum oblique illaberetur in membranam a parte superiori deorsum, quo artificio diutissime facta tecta manet, nec facile a Sonis intensioribus rumpitur.

§. 1174. Membrana Tympani undique arte adhaeret margini meatus ossei, nullo pertusa foramine, concava est a parte Auris externæ, convexa a parte interna: ipsi adhaeret manubrium h mallei, quod ad ejus medium fere excurrit. Malleus autem articulo conjungitur cum Incude k, hæc cum ossiculo exiguo i, hoc cum Stapede n. Tres muscoli Malleo affixi efficiunt, ut membrana Tympani tendatur, remittatur, convexior vel planior fiat, quibus modis disponitur, ut harmonice cum Sono, ipsam afficiente, contremisecat.

§. 1175. Post Tympani membranam cavitas insignis sequitur, quæ Tympanum, [vel Tympani cavitas appellatur, irregularis figuræ, elliptico corpori similis, longitudinis & latitudinis 4 linearum: in hoc Tympano posita sunt quatuor memorata ossicula: hiant quoque in eodem aliquot foramina cellularum mastoidearum, tum fenestra rotunda, fenestra Ovalis, & Tuba Eustachiana M: per hanc Aer ex cavo in internum os libere exit, & ingreditur ex ore in hoc cavum, ita ut ejusdem elasticitatis cum Aere externo sit. Idcirco Aere sonoro exteriori afficiente membranam Tympani G, etiam ab hujus tremore in similes undas concitabitur Aer internus Tympani.

§. 1176. Altera Auris pars interior, Labyrinthus est, in quo primum occurrit vestibulum, quod est cavum, irregularis

laris figuræ, duas lineas longum & latum, sesqui altum, ossi petroso insculptum: in eo hiant quinque orificia trium canalium semicircularium O, P, Q, orificium cochleæ S, orificia quinque pro nervis supra S, & fenestra ovalis, quæ membrana occluditur, cui inhæret stapes n.

Sunt autem tres canales ossi semicirculares, O, P, Q, (Tab. 13. Fig. 13.) quinque tantum orificiis præditi, intus cavitatem ellipticam habentes, hiantes in vestibulum r, quemadmodum quoque Cochlea S, quæ est canalis conoidæus, osseus S T circa conum convolutus, duas spiras cum dimidia absolvens, quæ tendunt a basi ad apicem acutum T. Cochleæ cavitas dividitur in duo cava, a se distincta ope sepimenti tenuissimi X Z (Tab. 13. Fig. 14.), partim ossi a, a, a, partim membranacei b, b, b, huius membranæ fibræ decurrunt ab axe Cochleæ ad exteriora, veluti Radii circuli a centro ad peripheriam; sunt proinde, a basi latiori ad apicem supputando, diversissimæ longitudinis: quamobrem hæc membrana est quasi Scala Triangularis, composita ex plurimis chordis tensis, diversissimæ longitudinis.

Cavitas altera Cochleæ terminatur ad foramen rotundum, membrana tenui clausum; hoc foramen desinit in cavitate Tympani, opponiturque centro membranæ Tympani.

§. 1177. Nervus Auditorius incipit conspici in Cerebro ad protuberantiam annularem Willisii, bifariam distinctus, in mollem, durumque; qui ambo ingrediuntur foramen latum in osse petroso: Mollioris pars V (Tab. 13. Fig. 12.) per quinque foramina prope S ingreditur vestibulum r, formando ibi membranam, obducentem superficiem internam vestibuli, & canalium semicircularium O, P, Q; tum decurrunt intra duplicaturam Scalæ Triangularis X Z (Fig. 14.) in Cochlea, in qua explicantur: Est hic igitur proprie Organum Auditus (1).

Cavi-

(1) Aristoteles, plerique etiam Veteres primam interioris auris cavitatem, seu tympanum undique clausum esse reputarunt, nec patere ex ea cavitate ad palatum usque per tubam Eustachianam aditum; ne vero vacuum eam cavitatem dicerent, statuerunt innato, & implantato ae-

re plenum esse; eumque adeo aerem auditus sensorium, & ad audiendum proximum animæ instrumentum posuere. Sed si ita se res haberet, ad quem finem tantus rerum apparatus post tympanum in ulteriori auris capvernula positus esset, cochlea vitæ labyrinthus, membrana, nervusque audi-

Cavitates hujus Labyrinthi impleti sunt necessario Aere ejusdem elasticitatis ac est in Tympani cavo, qui tamen per singulare foramen non intrat, nec exit, sed tantum advehitur cum humoribus, qui ex vasculis evaporantur, ut nervi molles maneant, qui Aer cum iisdem humoribus quoque resorbetur, atque ita perpetuo renovatur.

§. 1178. Quamobrem Auditus sequenti modo peragitur. Sonus in Aere externo excitatus, allabitur ad Arem AB (Tab. 13. Fig. 12.), ingreditur Concham, tum meatum Auditorium DE, in tremores redigit membranam Tympani G: hac tremente, Aer, qui est in cavo Tympani, in undas Sonoras quoque agitur; hæc occurrunt Braminis rotundi membranæ, & hanc in tremores cient, hæc Aerem in uno cavo Cochleæ contentum, qui in scala Cochleæ S, nervos afficit: hic motus per nervum ad Cerebrum delatus, efficit, ut Mens audiat, forte non admodum distincte, audit tamen; sed ea distinctissime cupiente cognoscere Tonos, tenditur membrana Tympani G ope Musculorum Mallei, ut harmonice contremiscat, tenditur etiam ope Musculi Stapedis membrana fenestræ Ovalis, ut & hæc harmonice cum ossiculis tremat, & vehementius, quam a solo Aere Tympani affici potuisset, tremente hac membrana, etiam Aer interior in Labyrintho r, tremet, qui afficiet nervos, expansos supra canalium semicircularem O, P, Q, internam superficiem, atque simul afficiet eos in Scala Cochleæ S. Sonus vero quilibet in hoc Aere excitatus, afficiet aliquot fibrillas, *b, b, b,* (Fig. 14.) harmonice tensas, per §. 1168., & 1169. hæc Nervos, qui hos motus per cerebrum ad Mentem deferentes, efficiunt, ut hæc distinctissime Tonos Sonoros percipiat (1).

## C A P.

auditorius? Sed præterea jam constat aerem tympano inclusum ejusdem esse naturæ cum aere quem respiramus, & cum ipso communicare per tubam Eustachianam. Quamobrem videtur tympani cavitatem contentum aerem esse potius soni vehiculum, & per eum ad interiorem organi partem, ipsumque sensorium, magis distinctum sonum transferri.

(1) Gravis sane hic occurrit difficultas, ut explicetur, qui fiat, ut unus idemque nervus auditorius majori, aut minori, variaque ratione motus, tot varios ac specie diversos sonos eodem tempore exprimat; ea-

dem quippe chorda, aut membrana eodem modo tensa eundem semper sonum reddit, quocumque pulsatur impetu. At si veras, propriasque omnium partium auris, & præcipue nervi auditorii sciremus figuras, figurarumque proprietates, quemadmodum in oculorum humoribus id cognoscere datur, varium in variis sonis motum, variamque nervi auditorii pulsationem, unde omnis sonorum varietas proficiscitur, cognosceremus, quemadmodum quæ ad visionem spectant, variasque objectorum perceptiones non ignoramus. Sed longe dispar est de visione, & auditione ratio:

## C A P. XXXVIII.

*Generalia de Meteoris Aereis.*

§. 1179. **M**eteora vocamus omnia corpora sublimia, inter cælum Terramque versantia, quæ in

ita enim comparatum est, ut lucis natura obscurior nobis sit, quam natura soni; at soni proprietates, ejusque percipiendi ratio abstrusæ admodum sunt, cum contra pleræque visionis proprietates satis nobis innotescant. Scimus quidem qua ratione in oculi humores lux incurrens refringatur, & ad retinam perducta rerum externarum imagines exprimat; sed nos latet quid potissimum præstet aer commotus, & per aurium anfractus, recessusque agitatus, nisi solum quod experientia confuse & universim constet sonos omnes ex tortuosis locis, & inclusis referri ampliores. Quidam nervi Auditorii structuram hac ratione non prorsus improbabili divinare conantur, quum & Auctor noster indicare videtur. Si cithara variis chordis, longioribus, brevioribus, crassioribus, tenuioribus, iisque magis, minusque distentis instructa sit, ut varii soni ex chordis illis elici possint; tum in alia cithara chorda quædam pulsetur, hæc tremorem ex pulsatione conceptum proximo aeri communicans, prioris citharæ chordas resonare faciet, non quidem omnes, sed eas modo quæ ipsi concordant sunt, & ad unisonum tensæ, ut supra declaratum est. Eadem ratione Cl. Viris concipitur auditorius nervus, non scil. simplex, sed ex innumeris nervulis compactus, quorum alii aliis tenuiores, & magis aut minus distenti, ut ita diversos sonos edere possint; hi proinde nervuli, seu filamenta nervorum non ad quemlibet sonum concuti omnes & resonare valent, sed pro varia corporis sonori extra positi specie nunc hi,

nunc illi pulsantur, indeque fieri oportet ut nunc graves, nunc acutos sonos, magnamque eorum varietatem percipiamus.

Sed unde oritur, ut cum numeri vibrationum simul a chordis factarum sibi invicem respondent in octava seu diapason, in quinta seu diapente, &c. in ratione scil. dupla, & sesquialtera &c., tum soni aures, animusque delectent; cum vero vibrationum simul factarum numeri incommensurabiles sunt, vel admodum inter se distant, soni edantur molesti, qui scil. auditum torqueant, & exasperent? Difficillima sane questio, ac cognitionis nostræ limites facile excedens, quod perfecta nervi auditorii structuræ cognitio, ejusque motus cum animi sensibus connexionis lex nos valde fugiant. Ea tamen ita a quibusdam solvitur. Tribus diversæ longitudinis filis suspendantur tria pondera, hac lege, ut quo tempore longius filum binas complet oscillationes, brevius quatuor, & inter horum longitudines medium filum tres tantum oscillationes conficiat; quod facile obtineri potest, si filorum longitudines fuerint, ut 16, 9, 4. Tum si a perpendiculari æque hæc pondera removeantur, & simul demissa oscillationes suas eodem omnes momento incipiant, venusta erit eorum filorum mixtio, eaque mirifice oculi delectabuntur, ab illo nempè periodicum motum, quo simul oscillationes suas pendula efficiunt, ita ut quarta recurrente brevioris filii vibratione periodus absolvatur, simulque incipiant ab eodem termino moveri omnia. Similis est vibra-

in Atmosphæra suspensa, natantia, mota, propulsa, incensa, conjuncta, separata, adscendentia, vel descendencia, Phænomena qualiacunque excitant.

§. 1180. Varia & multa Terrarum orbis expirat, quæ in sublime ascendunt, atque cum Aere permiscuntur. Sunt hæc subtilissimæ fere omnium terrestrium corporum particulae, sive Firmorum, sive Fluidorum fuerint, sive a Natura, sive ab Arte productorum: veluti sunt. 1. Quicquid Spiritum odorum quarumcunque Plantarum, Florum, Fructuumve constituit, qui sponte ex iis exhalare solet, & volatilis est. 2. Aquæ Plantarum omnium exhalantes sponte, vel a Sole, dum exsiccantur, elicitæ. 3. Spiritus ardentes, qui ex succis Plantarum fermentatis conficiuntur, qui magna copia in usus humanos arte præparantur, & volatiles sunt, quibus similes Natura gignit, quotiescunque ex succulentis Plantis elapsus liquor tepenti Aeri committitur; aut Plantæ ipsæ, Aqua humectatæ eidem Aeri exponuntur. Hinc nonnullorum Fluminum Aquæ fermentantur, & Spiritus ardentes eructant, veluti de Aqua Thamesis id est notissimum, & de Aqua fluminis Alutæ idem notavit Tylkowsky (\*). 4. Plantarum Olea Sol volatilia facit, & dispergit per Aerem, ut docet earum exsiccatio, qua ita oleis suis orbari possunt, ut non amplius Ignem alant. Horrendus fœtor, qui in Laboratoriis eorum datur, qui saponem coquunt, pendet tantum ab oleo volatili. 5. Plantarum Salia quoque in Aerem adscendunt, uti combustarum fuligo falsa docet: sed & putrefactione, exsiccatione, fermentatione hæc volatilia evadunt. 6. Fuligo præter Salia & Olea, etiam multum Terræ volatilis secum vehit: Cineres montium ardentium, uti

( a ) *Philos. Curios.*

vibrationum compositio, quibus auditus organum pulsatur, dum octava seu diapason cum interjecta quinta seu diapente resonatur; similisque adeo sensus jucunditas adesse debet. Quod si numeri, oscillationum in pendulis, aut istuum in sonantibus chordis eodem tempore confecti vel invicem sint incommensurabiles, vel ita inter se distent, ut nonnisi post longum tempus determinatus vibrationum numerus in singulis recurrat,

tum ut inordinata oscillationum pendulorum mixtio visum confundit, ita discrepantes nimium & incommensurabiles resonantium chordarum vibrationes, pulsusque moleste admodum auditus organum vexant & excruciant. Etsi vero adductis exemplum modo, non jam quæsitæ rei causa contineatur, iisdem tamen meliora nec a Philosophis sunt adducta hucusque, nec adferri unquam posse videtur.

uti Ætnæ & Vesuvii ad centena milliaria in Aere pro-  
volvuntur (a). Ventî tenues Ægypti, Æthiopiæ, Ara-  
biæ, Guzarath, Lybiæque arenas undarum instar per Ae-  
ra deferunt, quibus exercitus Cambylis obiectus fuit (b).  
7. In Atmosphæram se recipit, quicquid subtilissimum ex om-  
nium Animalium corporibus undique exspirat, & sub  
nomine perspirati Sanctoriani venit. 8. Sudor animalium.  
9. Olea Animalium subtilissima ex putrefactis cadaveribus  
genita. 10. Salia volatilia Animalium. 11. Ex Fossilibus  
autem plura Atmosphæram implent, quam memorari pos-  
sunt, præcipua autem hæc sunt; Vapores Aquarum dul-  
cium & Oceani. 12. Sulphura non incensa, quæ ex mon-  
tibus Vulcaniis copiose eructantur, aut sunt in lithanthra-  
cum fumo: Horum ardentium spiritus acidi admodum suf-  
focantes, qualis ex locis, quæ *Ayerna* vocantur, exspi-  
rant, veluti apud Cumas, in ipsa Athenarum arce ia  
Syria (c). Huc referenda sunt Arsenicum, Auripigmen-  
tum, Cobaltum, Sulphur Antimonii, Bismuti, Zinci;  
tum quæ in aliis locis ex Terræ superficie exeunt, & sæ-  
pe incensa ardent, veluti apud Gratianopolim, & in agro  
Petræmalæ a Blanchino descripta (d), qualia etiam Ga-  
leatius ad Barigatiam profectus notavit (e), & alia ar-  
dentia, quæ Cl. Ripa elegantissime descripsit (f). Sunt  
etiam multi fontes, quorum Aquæ, simulac Flamma ad-  
movetur, incenduntur, propter tenue Sulphur, ex Terra  
simul cum Aqua eructatum, & hac volatilius. (g) 13.  
Olea Terræ & Petrolea: est enim quod ex Monte Ciria-  
co colligitur, admodum volatile (h). 14. Salia diversissi-  
morum generum, quæ omnia aliquantum volatilia sunt,  
atque Atmosphæram quasi implent; præcipue matrix Ni-  
tri, Vitrioli, Aluminis, Sal marinum, &c. & horum  
acidi Spiritus, ex montibus Vulcaniis erumpentes, aut ab  
igne subterraneo hinc inde producti; tum Acidum va-  
gum Fontium & Fodinarum, hoc enim metalla & alia  
corpora in Aere corrodere solet. 15. Immo & omnium  
Metallorum & Semimetallorum partes in Igne vulgari vola-  
tiles fieri possunt, sive solæ, sive ope additorum corpo-  
rum.

(a) *Philos. Transf.* N. 21. (b) *Seneca Q. N. L.* 2. C. 30.  
*Varenii Geogr. S.* 6. C. 21. (c) *Lucret. L. VI. V.* 740.

(d) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An.* 1706. (e) *Comm. Bo-  
non. Vol. 1. p.* 106. (f) *Dissert. Meteorol.* (g) *Lucret. VI. V.*  
879. (h) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An.* 1736.

rum. 16. Insuper innumera alia ex visceribus Terræ continuo expirant sursum: præcipue ex fodinis metallariis, quæ pallidas reddunt hominum facies, eosve interimunt (a): quadruplex diversum genus in fodinis Lithanthracum deprehensum notavit Listerus (b), quod Fossorum candelas aut exstinguit, aut eos suffocat, vel in convulsiones conjicit, aut incensum omnia viribus immensis disjicit. Quibus addatur Spiritus ad exiguam altitudinem a Solo tantum in crypta canica, aut in Lapidina Pyrmontana ascendens (c), ut & ille, qui ex puteo in Insula vestî, adeo lethalis expirabat (d). Ex monte Phrygiæ prope Hierapolim pestilens vapor exit (e). Idcirco quicquid arte Chemica ope Fermentationis, Putrefactionis, Solutionis, Attritus, Effervescentiæ, aut Ignis produci potest, & volatile fit, id quoque a Natura, iisdem usa operationibus, factum, in Atmosphæram ascendit, quæ ita Officina Chemica præstantissima & perfectissima evadit, comprehendens ex omnibus corporum generibus partes, & producta innumera. 17. Præter hæc omnia natant plurimæ per Aera dispersæ plantæ, veluti sunt Mucagines, Musci, Semina subtilissima & invisibilia Plantarum, fungorum. 18. Diversissima Animalcula.

§. 1181. Nonnunquam ingentes copiæ & tractus corporum ejusdem generis in Atmosphæra natant, quæ tantum differunt a conditione priori, quum collecta massam componebant, quod a Firmo in Fluidum, vel ex Fluidum in Fluidum rarius conversa sunt, eorumque partes remotius a se solutæ, nunc in Aere, sibi nequaquam contiguæ hæreant, quomobrem multas proprietates, quæ a raritate non mutantur, retinuerunt, viresque eas exercere poterunt, quas antea, cum Fluidum aut Firmum componebant, vel simulac iterum in unitam massam conjungentur.

§. 1182. Hujusmodi tractus uniformium partium in Atmosphæra hærentium, a ventis propulsi occurrunt aliis diversis generis partibus, quibuscum permiscuntur: tum vero iidem, vel similes effectus orientur, quos artificiali permutatione eorundem corporum fieri observamus. Quoniam autem mortales paucissima corpora huc usque in partes dissolverunt, easque secum permiscuerunt, in Atmosphæra

(a) *Lucret. L. VI. V. 808.* (b) *Philos. Trans. N. 117.*

(c) *Philos. Trans. N. 448.* (d) *Philos. Trans. N. 450.*

(e) *Plinius L. 2. C. 93.*

phæra autem hæreant fere omnium corporum Terrestrium partes, quæ sibi occurrunt, & in sublimi permiscuntur, orientur ab iis effectus nondum observati, & quibus similes non vidimus; quamobrem plurima Phænomena, quæ nec clare intelligi, nec demonstrari poterunt, orientur; nisi postquam plurima experimenta permixtionum capta fuerunt, quarum tamen perfecta doctrina, propter numerum, haberi non poterit, uti patet unicuique in Combinationum scientia versato, quamobrem nonnullorum Meteororum causam semper ignorabunt Philosophi.

Sed & plurima diversaque secum permixta simillimos suscitant motus, adeoque in sublimi sæpius similia Phænomena a variis exhalationibus suscitabuntur: adeo ut earundem apparitionum non semper eadem causa futura sit.

§. 1183. Cumque propter Terræmotus ingentes in ejus abditis visceribus fiant mutationes, crustæque sive densiores, sive lapideæ, quæ antea nonnullorum corporum Exhalationes foris erumpere impediabant, frangantur & removeantur, poterunt nunc illæ, disrupto solo & patefactis faucibus, in sublime ascendere, nova excitare Phænomena, nondum audita vel conspecta, quæ durabunt, quamdiu ejusmodi materiei fomes subsistet; quo sublato aut consumto, iterum cessabunt. An hinc nonnulla sæcula fertiliora aliis in progignendis Meteoris, alia vero steriliora? Erunt quoque Meteora suo natali solo propria, cum a diversarum regionum exhalationibus admodum discrepantibus pendeant. Ad accuratam igitur Meteororum cognitionem desideratur, ut quilibet in sua regione illa observet & describat.

§. 1184. Quodcunque ex Terra in altum ascendit, vocatur *Vapor*, vel *Exhalatio*. Vapor constat ex quibuscunque Aquosis & humidis partibus: Exhalatio ex partibus subtilissimis quoruncunque corporum Firmorum vel Fluidorum, nec Aqueis, nec humidis.

§. 1185. Ingens Vaporum & Exhalationum quantitas continuo ex Terra in altum ascendit, quibus dum Atmosphæra impletur & inquinatur, necesse est, ut plurima Phænomena suscitentur. Ultrajectis deprehendi ex Evaporationibus Aquæ multorum annorum in loco aperto, sed tenebricoso, mediam aliquam capiendæ, eam anni spatii circiter esse æqualem 29 pollicibus Rhæmolandicis; a qua observationes Sedileavii in Gallia captæ (a) vix differunt.

(a) *Memoires Mathe. & Physiq. A. 1692.*



runt. Cl. tamen Halleyus ex vase Aquæ pleno, & intra ædes Collegii Greshamensis ita posito, ut Solis radii & venti eo penetrare haud possent, toto anno exhalatione periisse octo digitos reperit. Si autem nostris observationibus innixi, 29 pollices evaporasse statuamus, hi in Aere natantes, & ad minimum millies rariores facti, altitudinem perpendicularem 2416 pedum occupabunt. Si dimidia Terræ superficies ponatur tecta Aqua, & ubivis parem Aquæ copiam in altum adsurgere, impleretur universa Atmosphæra undique circa Terram a solis vaporibus ad altitudinem perpendicularem 1208 pedum. Quot milliones doliorem navalium Aquæ singulo die ex Mari Mediterraneo sub forma vaporis adscendant, pulcro experimento determinavit Inclytus Halleyus (a): adeo ut quantitas vaporum quotidie adscendentium fidem superet. Terræ superficies reliqua ubivis confita est plantis, si deserta quædam arenosa excipiamus. Plantæ Exhalationum & Vaporum maximam copiam perspirant; nam secundum observationes laudatissimi Halefii (b), Heliotropium  $3 \frac{1}{2}$  altum pedes,

spatio duodecim horarum ad minimum  $1 \frac{1}{4}$  lb exspirabat, adeoque fere tantum, ac Sol intra diem ex superficie Aquæ trium pedum quadratorum attollere solet. Posita simili reliquarum Plantarum exspiratione, Vegetabilia non minorem copiam in altum emittent, quam ex Aquis omnibus assurgunt vapores. Ex suis corporibus Animalia etiam quam plurimum perspirant, adulti enim hominis perspiratio est ad eam Heliotropii memorati, veluti 141 ad 100; ita & reliquorum animalium ponere licet: nam notante Keillio, homo 24 horis exspirat 31 Uncias, Halefius vero Heliotropium 22 Uncias eodem tempore perspirare observavit. Quamvis numerum animalium in Terra simul viventium ignoremus, scimus tamen eum esse maximum, quæ obrem Exhalationes animalium non parum Atmosphæram implebunt: quibus si Exhalationes Vegetabilium, quæ per universum orbem exsiccantur, putrescentive, tum incensorum corporum in usus quotidianos copiosissimi fumi, ut & ardentium montium; tum perspiratæ variæ partes ex visceribus Terræ, ab Igne excussæ sub-

terra-

(a) *Philos. Trans.* N. 189. (b) *Vegetable Statics* §. 1.

terraneo, accedant, liquet continuo ingentem copiam Exhalationum & Vaporum adscendere in sublimem Aera, inque eo Meteororum abundantem scaturiginem contineri.

§. 1186. Vapores & Exhalationes in altum propter varias causas adscendunt, quarum hæ sunt præcipuæ. 1.  $\alpha$  Ignis terrestris, subterraneus, & Solis, ingressus corpora, eorum partes rapido agitatur motu, subtilissimas & a cœtu materiæ depulsas, excutit e corporibus, magnaque propellitate, secundum leges percussionis, in altum propellit (1).  $\beta$ . Ignis quoque corporum particulas ingreditur, easque rarefacit: si igitur aliquas a reliquo cœtu separaverit, & deinde rarefecerit, ut, quæ antea ejusdem gravitatis specificæ ac Aqua fuerant, diametrum decies majorem acquirant, habebunt volumen millies amplius, sub quo eandem materiæ copiam concludentes, Aere specificè leviores erunt, quamobrem per illum adscendent, donec rariori Aeri, parisque secum densitatis, occurrant. Quo igitur Aer est gravior, eo minor corporum rarefactio, ut ad-

(1) Dum vero in altum diversæ terrestrium corporum partes propelluntur, earum subtilitate fieri potest, ut instar corporum minus in specie gravium non descendant, varisque aeris regionibus, ad quas projectionis vi pervenerunt, sustineantur. Id sane ab aeris & Atmosphæræ partium tæneitate, qua fluida quæque donari consistat, suam habet originem. In corpore siquidem aere graviore (quod & de levioribus intelligi etiam debet) duplex est vis, alia qua corpus deorsum trahitur, altera qua idem cohibetur, quominus deorsum descendat. Prior ab ipsius corporis gravitate oritur, quæ semper quantitati materiæ, seu ipsi corpori est proportionalis; secunda vero a partium aeris cohesionem dependet; has enim omnes a se invicem separare corpus debet, ut descendere possit; cumque partes separantur eo plures sint, quo major fuerit ejus corporis ambitus, patet eam vim, qua corpus descendere cohibetur, in eadem ratione esse cum ipsius corporis ambitu & superficie. Vis ergo qua corpus in aqua descen-

dit, corpori ipsi seu massæ est proportionalis; resistentia vero quæ descensum impedit, superficiem ejusdem corporis proportionem respondet. Quo igitur corpus deorsum descendere possit, earum virium prior alteram superare debet; si enim aut æquales sint, aut gravitas a resistentia vincatur, corpus in medio aeris suspensum remaneat, necesse est. Liqueat ergo quodvis corpus aere gravius, in particulas adeo tenues dividi posse, ut tandem resistentia gravitatem aut excedente, aut æquante, descendere nullo modo valeat; superficies enim cui vis resistentiæ respondet, in divisione corporis augetur, & infinite quidem potest augeri, cum corpus infinitum dividi possit. Quod de aere dictum est, potiori jure in aqua obtinet, cum ejus partium cohesio partium aeris cohesionem longe major sit: hinc intelligitur graviora in specie corpora si in minutissima frustula fuerint comminuta, ut terræ, salium, metallorum &c. particulae; cum in aere, tum in aqua sustineri posse, nec deorsum ruere.

ascendant, requiritur: quo Aer est levior, rariorque, eo major rarefactio corporum desideratur: idcirco quoties Mercurius humilem stationem in tubo Torricelliano servat, pauci vapores ascendent; sed copiosiores, cum Mercurius est alte suspensus, veluti Cl. Graden frequenter observavit (a). 7. Ignis corpora in partes tenuissimas solvit, si proinde aliquas subtilissimas e reliqua massa excullerit, quæ præ subtilitate singulis particulis Aeris leviores sint, poterunt per Aera sursum ferri, pari modo ac specificè leviores. 7. Plurima corpora eidem Igni cum Aere exposita, plus Ignis quam Aer in se recipere, & aliquamdiu retinere possunt: cum vero Ignis in æquilibrio cum omnibus vicinis corporibus & spatiis esse nitatur per §. 791, 793. simulac partes subtiles corporum a reliquo cœtu pepulerit, atque in earum poris copiosius, quam in vicino Aere, ingressus sit, una cum illis in Aerem avolat; eo rapidius, quo majus discrimen æquilibrii in calore Aeris & partibus, in quibus hæret, datur: hac ratione autem partes volatiles simul cum suo Igne æque lateraliter, ac sursum abripiuntur, uti vespere diebus serenis æstivis in vapore ex fossis ascendente, & se æque lateraliter supra prata expandente, & ascendente, videre est; vel cum durante gelu, vespertino tempore insignem in glacie aperturam faciamus, ex qua vapor Aquæ calidioris, quam Aer est, copiosissime assurgit. 8. Quotiescunque corporum partes a se Igne separantur, atque ex sphaera suæ attractionis exeunt, intrant quasi sphaeram repulsionis, sese fugando, quo pacto ab Igne volatiles redduntur (1); si proinde hæc repulsio quantitatem caloris sequatur, uti aliquomodo colligere licet, facile patet, quamobrem ex Aqua, Aeri aperto exposita,

Tom. II.

M

omni

(a) *Philos. Transf. N. 171.*

(1) Quæ de repulsionis sphaera hoc & sequenti §. tradit Auctor, ex dictis in nostris adnotat. ad §. 551, 1026, 1095 satis suspecta haberi debere liquet. Quæ præterea vi ignis separantur terrestrium corporum partes, volatiles reddi possunt per solam attractionis vim, qua eadem terrestria corpora, & atmosphaericus aer in se mutuo agunt. Cum enim majora corpora per vim attractionis minori velocitate ad se accedant, quam minora, uti theorem. 6. ad-

not. ad §. 551 demonstratum est, necesse est ut etiam terrestria corpora ab aere attrahantur, ob eorum tamen crassitiem, magnitudinemque adeo languidus & lentus sit eorum motus, ut facile impediri, & destrui possit. At dum vi ignis exquisitissimæ terrestrium corporum particulae a reliqua eorum massa divelluntur, majori velocitate tendere debent versus Atmosphaeræ partes, a quibus attrahuntur; qua quidem ratione volatiles evadunt.

Omni tempore vapor exire possit: cum enim per §. 729. vapor ebullientis Aquæ sit 14000. vicibus Aqua rarior, calor autem tum gradibus 212 in Thermometro Fahrenheitii indicatur, erit posito calore æstivo graduum 91, vapor 943 vicibus rarior quam Aqua, & posito calore graduum 32 in hoc Thermometro, erit vapor 2113 vicibus rarior, quam Aqua: sed est Aer plerumque sexcenties vel septingenties rarior Aqua, adeoque vapor ejusmodi Aere rarior adhuc erit: idcirco hyeme ex apertura in glaciæ assurgens vapor in Aerem adscendere poterit, veluti rerum eventus quoque docet. Particularum e corporibus in altum adscendentium ignis præcipua esse causa videtur: nunquam enim plus Aquæ in sublime adscendit, quam diebus æstivis, Sole admodum urente: Corpora firma quoque in Igne volatilia sunt.

2. Non tantum corporum partes Igne separatæ vim repulsionis acquirunt, sed quoque, quæ Fermentatione, Putrefactione, Permissione, Separatione, Effervescentia de cœtu separentur; idcirco plurimum Vaporis & Exhalationis ex corporibus, quæ hujusmodi actionibus exponuntur, adscendere tum solet. Ne autem dubium restet, an partium volatilitas separatione sola oriatur, observa, quotiescunque Fluvius ex præcipitio in rupem cadat, quam verberet, quantus vapor hinc oriatur. In Chanada ex altitudine 156 pedum præceps cælapsum flumen Niagara, cum ingenti circumjacentium regionum strepitu, nubem ex elisis particulis, specie assurgentis roris spissioris, format, ad 5 Milliarium distantiam conspiciendam (a). Simile quid de fluvii Velini præcipitio tradit Cassinus (b); tum de Giotha Elf in Suecia Leopoldus (c).

3. Aer ab Aqua & multis aliis Fluidis attrahitur, atque ita fit solutionis species: pari actione Aqua & Fluida trahuntur ab Aere; idcirco Aquæ & aliorum Fluidorum partes ab Aere attractæ, simulac de cœtu separatæ fuerint, in Aerem adscendent, per quem distribuentur.

4. Venti quoque multas corporum partes, præcipue Aqueos vapores elevant, & secum abripiunt; hinc panni humidi, vento expositi, cito exsiccantur.

5. Tandem quicquid efficere potest, ut corporum partes a se solutæ, specificè leviores Aere evadant, erit causa ad-

(a) *Philos. Transf.* N. 371. (b) *Memoires ad opt.* T. 6.  
(c) *Relatio Epist.* p. 97.

scensus. Si particulæ ejusmodi Aere specificè multo leviores, occurrant aliis gravioribus, quibus adhæreant, massam adhuc specificè leviozem Aere componere, cumque iis simul in sublime adscendere poterunt.

§. 1187. Vapores ascendere ex Terra detegimus. 1. Cum solum, remotique montes fumum eructare conspiciuntur. 2. Cum admodum dissiti montes, cælo etiamsi sereno, quasi in nebula hærent. 3. Cum omnia procul distantia corpora quasi subsultare videntur. 4. Cum vapor ex lacubus & paludibus sub forma nebulae ascendit. 5. Cum Sol & Luna orientes occidentesque vehementer rubent.

§. 1188. Quia Atmosphærae densitas, & proinde ejus gravitas specifica in variis a superficie Terræ altitudinibus discrepat, poterunt vapores & Exhalationes in Aerem adscendere ad altitudines diversas, illæ, quæ sunt rarissimæ, aut ingenti vi se repellunt, ad maximas: illæ ad minimas, quarum gravitas specifica vix ab Aere differt; aut quæ exiguo motu, sive mechanico, sive repulsionis, sursum propulsæ fuerunt: illæ ad aliquam intermediam altitudinem assurgent, quarum gravitas cum Aere mediæ regionis est in æquilibrio.

§. 1189. Ex quibus liquet, quare Nubes in diversissimis a Terra altitudinibus formentur, & Meteora alia nunc prope Terræ solum, nunc in majori ab ea intervallo contingant: tum quare mutata Aeris densitate in eodem loco, Exhalationes in ipso suspensæ adscendant, descendantve?

§. 1190. Quæ Atmosphæra est densior, eo Vaporibus & Exhalationibus gerendis aptior est; quo Aer rarior, eo ineptior erit. Est vero hyeme Atmosphæra frigida, densior, & gravior, uti observationes Barometricæ hujus regionis ostendunt; quamobrem hyeme Atmosphæra maximam Vaporum & Exhalationum copiam in se recipere atque retinere poterit; ideo tum temporis plurima Meteora contingunt. Et quia hæc ratio potissimum in frigidis Regionibus locum habet, manifestum est, quare in his plura Meteora, quam in calidis locis observantur.

§. 1191. Descendunt Vapores & Exhalationes ex Atmosphæra ad Terram ab his potissimum causis.

1. Simulac Aeris densitas, & proinde gravitas specifica quacunque causa imminuitur: tum enim non amplius Exhalationes cum eo in æquilibrio erunt, sed gravitate prævalentes descendant; veluti analogo probatum est

Experimento, cum Aer humidus in recipiente, ope Aëthæ rarefit, mox nubecula formatur, quæ cadit, simulac plus rarefcit Aer: ideo sæpe pluviam, aliaque Meteora observamus, cum Mercurius in Barometro admodum humilis pondus Aeris densitatemque exiguam indicat.

2. Quando quæ adscenderant, ab Igne admodum rarefacta, postea amisso Igne iterum condensantur, & specificè graviora Aere evadunt.

3. Descendunt, consumto motu, quo ab Igne, vel ab aliis causis sursum propellebantur.

4. Quum plures particule, sive a ventis opposita directione flantibus. sive a ventis contra obices resistentes compulsa, vel a quacunque alia causa, sibi occurrentes cœunt; quo concursu specificè graviores Aere factæ, descendunt.

5. Quando nonnullæ Exhalationes sibi occurrentes illius sunt indolis, ut secum effervescent, atque deinde dentur præcipientes, veluti in præcipationibus Chemicis contingit.

6. Quando a ventis Exhalata simul cum Aere, in quo hærent, deorsum pelluntur.


7. Si venti horizontali directione flantes infra eam Atmosphæræ partem, in qua suspenduntur Exhalationes, Aerem ex loco propulerunt; tum enim superior Atmosphæræ pars sua gravitate simul cum omnibus, quæ comprehenditur, in locum a priori Aere relictum descendit.

8. Sed & radii Solis orientis occurrentes Exhalationibus, eas ad Terram determinant: cumque simul Aerem rarefaciunt, sive specificè leviozem reddunt, eo magis Exhalata descendunt.

9. Quando in Atmosphæram plures Exhalationes & Vapores adscendunt, quam ab ea sustineri possunt, relabentur superflua, motu, quo adscendebant, prius amisso.

§. 1192. Meteora commode dividi possunt in tria genera. 1. In Aquea, veluti sunt *Nebula*, *Nubes*, *Ros*, *Pluvia*, *Pruina*, *Nix*, *Grando*, *Turbo*, *Iris*, *Halo*, *Parahelii*, *Paraselenæ* &c. 2. in Ignea & lucentia; veluti sunt *Ignes Boreales*, cum suis variis speciebus, *Stellæ cadentes*, *Ignes fatui non urentes*, & alii *inflammantes*, *Ignes Lumbentes*, *Bolis*, *Fulgur*, *Fulmen*, *Tonitru* &c. 3. Aerea; quæ sunt *Venti*: Hoc ordine Meteora breviter exponam.

*De Meteoris Aqueis.*

§. 1193.  Uotiescunque in Atmosphæra prope Terræ solum Vapores vel Exhalationes ea sunt copia, vel eo modo constituuntur, ut plurimum Lucis intercipiendo, Aerem solito opaciorum efficiant, *Nebulam* adesse dicimus.

§. 1194. Formantur Nebulæ ab Exhalationibus & Vaporibus, qui ex Terra lente adscendunt, aut ex alto in eam lentissime relabuntur, adeo ut in eodem loco suspendi, vix promoveri videantur. Cum componuntur ex Vaporibus, humidæ & udæ sunt nebulæ; tum non nocent Animalium sanitati, nec foetent: sed quæ ex Exhalationibus constant, sæpe foetent; aliquæ noxiæ sunt sanitati, plurimorum morborum causæ, imo sunt aliæ lethiferæ. Nebulas sæpe ex alia materia, quam ex Aqueis vaporibus componi, liquet; quia post eas nonnunquam Aquæ superficiei innatans pellicula, pinguis, rubicunda, conspicitur, illis similis, quam Chemici, Sulphur auratum Antimonii præparantes, observant.

§. 1195. Fiunt Nebulæ cælo tranquillo, carente vento, nunquam regnante impetuosiori vento, a quo solent discerpi & discuti. Plerumque observantur vesperi, in primis si Sol diurnus Terram valde calefecerit, & ipso occidente Aer cito refrigeretur, quia in hunc calefactæ corporum Terrestrium partes copiose adscendere coguntur. Id præcipue in Belgio Vere & Autumno, rarius Æstate contingit; quia inter æstivi Aeris vespertinum & diurnum calorem minus discriminis est, quam tempore Veris vel Autumni. Fiunt quoque Nebulæ mane ad Solis ortum; cum Aer citius ab eodem calore rarefcit, quam quæ in eo suspenduntur Exhalata, quæ cum ideo specificè graviora Aeris evadunt, descendunt; partim quoque a radiis Solis deorsum pelluntur. Frequentius conspiciuntur mensibus hybernis, Novembri, Decembri, Januario, Febuario, rarius æstivis propter frigus Atmosphære subito condensans Vapores & Exhalationes; hinc si Hyeme animam efflas, Nebulam vides, cujus nullum est signum Æstate. Idcirco in locis Polo septentrionali vicinis, pluribus sequentibus diebus dantur Nebulæ. Contingunt plerumque flante

vel præcedente Vento Africo, vel Austro, vel Euro, raro cum aliis Ventis, illi enim ex vicino Oceano plurimos vapores ad nos advehunt. Contingunt Nebulæ regnante & perstante gelu, ut & cælo clementiori.

§. 1196. Si diebus aliquot sequentibus adfuerint, non raro Pluvia, vel Nix immediate post sequitur, Vaporibus tandem in moles majores coeuntibus.

§. 1197. Observantur Nebulæ, Mercurio in Baroscopio stationem altam humilemve tenente. Fiunt Mercurio elevatori, quando cælum diu tranquillum mansit, & accumulati interim sunt copiosissimi Vapores vel Exhalationes, Aerem sua copia & partium inordinato situ reddentes opacum. Vel quia exhalata sua gravitate per Aerem primum subsidere incipiunt. Dantur Nebulæ Mercurio humiliori, quando nec diu ante cælum fuit tranquillum, nec postea manet, atque ex se sua contenta demittit, quæ propter suam raritatem in se soluta retinere nequit; quod experimento in §. 1191. N. 1. memorato probatur.

§. 1198. Quum Nebula densa in Terram delabitur, eam Pluviæ instar irrigat; constat enim sæpe iisdem, ac hæc, vaporibus, sed rarioribus, qui magnitudine etiam differunt, aliquando sua subtilitate aciem fugiunt, interdum majores videri possunt, exiguas guttas referentes. Idcirco mirum non est; in iis Iridem subalbicantis coloris potuisse conspici, qualem observavit Dechales (a). Labitur Nebula sine discrimine in omnia corporum genera, sive polita, rudia vel aspera fuerint: interdum, si admodum humida sit, se in ædes penetrat, parietibus, omnique suppellectili sese adjungit, & guttatim defluit.

§. 1199. Nebulæ aliquando plus, aliquando minus diurnæ lucis interceptiunt: interdum tanta caligo effunditur, ut conspectum in vicino stantium eripiat. Hæc Aeris opacitas ab inordinato partium situ, irregularis figuræ & magnitudinis meatus efficiente, pendet; tum ab admodum discrepante densitate inter Exhalata & Aerem; quibus fit, ut dum lux transire nititur, inæquabilissime trahatur, & continuo a recto deflecta tramite, transire impediatur. Hinc crebro evenit, ut Aer paucis foetus vaporibus, nebulosus & opacus appareat, qui pellucet, simulac Aer plures vapores, æquabilius per ipsum dispositos, receperit.

§. 1200. Aliquando Nebulæ sunt rarissimæ, & æquabili-

(a) *Tracl. de Meteoris* §. 4.



biliter per magnam Atmosphæræ regionem dispersæ; ali-  
quantum lucis intercipientes; tum Sol inspectus oculi a-  
ciem non lædit, apparet pallidus, absque radiofo jubare,  
& interim sub solito cæruleo colore conspicitur Atmosphæ-  
ra, ac si cælum fere serenum foret.

§. 1201. An non serenitas sequitur Nebulas æstivas ma-  
tutinas? quia hæ facile propter paucitatem & raritatem  
vel ex Atmosphæra excutuntur, vel propter Solis radios  
adeo attenuantur, abiguntur, disperguntur, ut penitus so-  
lutæ in minima per eam vagentur.

§. 1202. An non in montibus multæ & repentinæ Ne-  
bulæ oriuntur a ventis in montes incurrentibus, & vapo-  
res, quos raros, sparsosque secum vehebant, condensantibus?

§. 1203. Cur ex Montium latere, a Sole illustrato, vi-  
dentur spectatori in valle stanti assurgere Nebulæ, fumi  
crassi instar ex camino adscendentis? Tantum quia specta-  
tor lateraliter & oblique inspicit radios Solis in montem  
illapsos, trans quos vapores adscendentes facile videri pos-  
sunt, veluti pulvisculos, in Aere, radiisque Solis natan-  
tes, a latere cernimus.

§. 1204. Nubes est tantum Nebula, sed altius supra Ter-  
ram in Aere suspensa: idcirco Nebula adscendens, in Nu-  
bem versa videtur. Constat id liquido, si ad incensorum  
quorumcunque corporum adscendentem fumum, illico for-  
mantem Nubem, attendamus.

2. Quotquot Itineratores in Nubes, montibus inhæren-  
tes, adscenderunt, eas tantum Nebulas esse observarunt,  
veluti id Cabæus, Froelichius, Sturmius, Mariottus, De-  
chales, Lamyus, Frezierius &c. oculati testes prodiderunt;  
nec unquam eas ex nive, glacie, vel mole firma consti-  
tisse deprehensum fuit.

3. Figura earum perpetuis mutationibus est obnoxia,  
quod non nisi rarioribus Exhalatis & Fluidis, non firmis  
concretisque corporibus, competere potest.

4. Simulac Nubes in massas firmas concrevissent, gra-  
vitatem specificam multo majorem ea, quæ est in Aere,  
acquisivissent: adeoque abrupto pondere pressæ illico cade-  
rent, nisi ab impetuosissimis sustentatæ ventis rapidissime  
promoverentur: Quietæ ernici velocitate deorsum ruerent;  
quod non contingere in Nubibus, quæ solidissimæ esse vi-  
dentur, quotidiana experientia testatur.

§. 1205. Nubes tamen opaciores Nebulis apparent

candidiores plerumque, non aliter, quam si meranix, vel corpora alba, solida, fuissent. Hæc apparentia non adeo ex diversa constitutione partium inter Nubem & Nebulam oritur, quam quia Spectator Nebula cinctus, lucem, Nebulam ingressam, accipit, cum Nubem intuitus, lucem ab exterioribus partibus reverberatam, & admodum copiosam, suis oculis haurit: estque reflexa lux copiosior, & proinde fortior, transmissa.

§. 1206. Nubes in Atmosphæra ad diversissimas altitudes suspenduntur; nonnunquam aliquot supra se, distinctæque cernuntur, prout varia earum gravitas specifica cum Aere æquilibrium agit. Cognoscuntur facile ex diversis, quibus propelluntur, directionibus. Altissimæ vix ad parrem cum excelsissimorum montium cacuminibus adscendere videntur altitudinem: nam supra Nubes multos se montes attollere procul spectantibus apparet. 2. Multi, qui horum montium vertices adscenderunt, infra se Nubes, non supra deferri, observarunt. 3. Ricciolus, instituta mensura Geometrica, nunquam altissimas Nubes ad 5000 passus evehi notat; Keplerus tantum ad  $\frac{1}{4}$  partem Mil-

liaris Germanici. Forte tamen Exhalationes quædam rarissimæ ad majorem altitudinem assurgunt, uti ex Auroris Borealibus nonnullis conjecerunt aliqui. Et si Vapor Aquæ in spatium 14000 majus rarefieri possit, erit Aer, prope Terram, decies sexies rarior; verum Aer intervallo 14 milliarium Britannicorum a Terra foret, secundum Legem elasticitatis, decies sexies rarior, quam ad ejus superficiem; quamobrem si Vapores, aut Exhalationes, his raritate similes, in suo ascensu per Aerem non condensarentur, possent, ex lege æquilibrii, ad 14 milliaria Britannica elevari.

§. 1207. Nubium figura & magnitudo quolibet temporis momento mutatur; nunquam enim Aer, quo ambiuntur, omnino quiescit, idcirco partes hinc inde abripiuntur, aliæ aliunde adveniunt. Si autem aliquis sensibilis spiraverit ventus, qui Nubem inferius vel superius attingit, perpetuo magnæ partes ab ea discernuntur.

§. 1208. Termini Nubium sunt valde irregulares, & quasi asperrimi; ex quibus sequitur, Nubem non esse molem ex unitis conjunctisve partibus constantem, quippe Fluidum unitum in alio Fluidonatans, sphericam indueret figuram; quæ maneret, si id Fluidum in solidum verteretur.

§. 1209. Nubium magnitudo est diversissima; sunt enim aliæ Nubes exiguæ, sunt aliæ, quas Mariottus (a) milliari longiores deprehendit. Sunt quædam admodum crassæ, ut ex copia Pluviæ, ex eadem nube deciduæ, colligi potest, quam aliquando altitudinis unius pollicis Rhenol. æqualem observavi, unde concludendum, crassitiem ejusmodi Nubibus ultra 100 pedes fuisse.

§. 1210. Disputant Philosophi, utrum Nubium superior inferiorque superficies plana, an inæqualis existat; certum est, utrumque obtinere; exstantiores tamen partes vi Ventorum prius a reliquo cœtu abripi.

§. 1211. A ventis prærapida celeritate sæpe promoven-  
tur Nubes, adeo ut horæ spatio iter 6 vel 7 milliarium Gallicorum conficiant. Aliquando a Vento adeo discerpuntur in partes, ut illico evanescant: hinc nonnunquam sævientibus procellis cælum est serenum. Aliquando Nubes dissipantur, ut ex conspectu evanescant, radiis nempe Solis vapores crassiores, e quibus nubes componebantur, attenuantibus, quo non tantum adscendunt, sed per alium Aerem distribuuntur, ut simul cum eo pelluceant. Hoc modo interdum Nubes a Sole stricta, fumum assurgentem edidisse visa fuit, atque in altiores Nubes mutata. Dissipantur quoque Nubes, Aeris pondere aucto; tum enim adscendunt, ut cum Aere superiori & rariori in æquilibrio sint, atque ita per purum delatæ Aerem solvantur, ac insensibiliter deliquescent.

§. 1212. Conspiciuntur nonnunquam Nubes diversis suffectæ coloribus; plerumque tamen apparent albæ, quarum partes Lucem Solis, non separatam in suos colores, re-  
percutiunt. Sunt Nubes aliæ fusæ & nigræ, quales illæ, quando tonat, quæ lucem in se absorbent, vix reverberant. Mane & Vesperis Oriente & Occidente Sole apparent Nubes rubræ, quæ Sole, horizontem propiore, videntur violaceæ, mox cæruleæ. Hi colores oriuntur a Luce, stringente pellucidas Vaporum sphaerulas, eas intrante, dein reflexa, mox exeunte & refracta in colores, quorum nunc rubri, nunc violacei, nunc cærulei aciem feriunt, pro varia Solis altitudine, simili aliquantum modo, ac in Iride. Exinde intelligitur, quare Nubes quoque virides apparere possint, quales Frezierius conspexit, & in Itinerario Americano notavit.

§. 1213. Quare subsidente Mercurio in Baroscopio cælum  
(a) *Mouvement des Eaux*. C.3. fit

fit nebulosum? an non quia subsidens Mercurius Atmospheram fieri leviolem, ineptiolemque gerendis Exhalatis, indicat, quæ idcirco etiam descendunt, conjunguntur, cælum Nubemque opacam formant?

§. 1214. Nubes insignem habent usum, 1. Deferendo Pluvie materiam ad omnes Terræ regiones. 2. Tegendo Terras ne a perpetuo ardore Solis torrantur, atque ita Vegetabilia tempus & opportunitatem præparandi suum alimentum habeant. 3. Videntur esse Nubes præcipuæ causæ Ventorum liberorum. 4. Ut lux Solis diversissimis directionibus ad Terram reflectatur, atque ita plurima corpora, non directe a Sole illuminata, videri possint.

§. 1215. Terrarum halitus & vapor, plerumque raritate aciem fugiens, interdum nebulam imitatus, in altum ascendens, vel iterum ex cælo in Terram decedens, Ros appellatur.

§. 1216. In variis plantarum, cælo expositarum, partibus, noctu & mane guttæ quædam aqueæ colliguntur, quæ Ros dictæ fuerunt; cepitque opinio fidem, hunc noctu e cælo deciduum esse vaporem, in foliis plantarum collectum, imo hunc solum esse Rorem. Verum multæ & accuratæ observationes, has guttas tantum esse plantarum sudorem, ex vasculorum orificiis continuo expirantem, evicerunt: nam quælibet planta suo rorat modo, pro varia vasorum fabrica, & orificiorum situ (a): 2. Plantæ vasis inclusæ, testæve, noctu copiosorem Rorem colligunt, quam quæ in aprico steterunt. 3. Colliguntur guttæ in iis modo locis, ubi vasculorum orificia manifeste patula sunt, non in universa foliorum facie, nec in locis humilioribus, uti fieret, si ex ambiente & deceduo halitu aut vapore oriretur. Hic plantarum sudor perpetuo quidem ex iisdem vasculis exhalat, sed aut a vento, aut a calore diurno abripitur, vel dissipatur: noctu post diem calidum, & Aere carente vento, ex vasculis copiose effunditur, colligitur, nec in Auras evanescit, priusquam Sol oriens liquorem calefecerit, reddideritque volatilem.

§. 1217. Sol suis radiis aliquousque in Terram penetrat, cuncta calefacit, rarefacit, concutitque, ut in altum evolent: quicquid interdiu assurgit, aciem fugit, per Aerem cito distribuitur: majori tamen copia, Aere post Solis

(a) *Gerßen Tentam. de Rore.*

lis occasum frigescente, & per totam noctem, adscender<sup>e</sup> cum igne calefacti halitus ex Terra pergunt, lento delati metu, ut nonnunquam spatio  $1 \frac{1}{2}$  horæ tantum ad 31

pedum altitudinem elevati fuerint, & prius corporibus, a solo propioribus, quam excelsioribus, adhæserint.

§. 1216. Differt hic adscendens Ros pro varia loci natalis & soli constitutione; hic erit aquosior, ibi pluribus Spiritibus, Oleis, Salibus, Metallis, aliisque diversissimorum generum corporibus constabit; diversis idcirco proprietatibus præditus varia phænomena & morbos animalibus suscitabit. Hinc dantur Regionēs, in quibus Ros nunquam attingit, labiturve in metalla polita, aliave quædam corpora, dumque ab his repellitur, ab aliis ingenti vi, quamvis etiam discrepanti, attrahitur, magnæque copia collectus adhæret (1): dantur aliæ Telluris plagæ, in quibus ab omnibus corporibus sine discrimine Ros attrahitur, inque omnia, cælo aperto exposita, labi videtur.

§. 1219. Sunt loca, in quibus tantum Ros in sublime ascendere, non labi observatur. Sunt loca, in quibus & ascendit, & labitur: majori tamen copia sursum, quam deorsum fertur. Cum vento promovetur, a quo aut condensatur, aut discerpitur, ut evanescat.

§. 1220. Quantitas Roris qualibet nocte, aut toto anno adscendentis determinari non facile potest, propter ventos, pluvias, aliæque incommoda: discrepabit hæc quoque variis

(1) Mira sane hæc roris proprietates, quod scilicet non omnibus indiscriminatim corporibus adhæreat, Auctori primum observata, digna sane est, quæ nostris tironibus diligentius spectanda exhibeatur. Pluribus eam confirmavit experimentis Du. de Fay in *Monum. Reg. Sciens. Acad. A. 1736.*, ex quibus innotuit ex omnibus corporibus, vitra vel crystallos ejusmodi esse, quæ rorem omnium maxime recipiant; metalla vero, quæ omnium maxime repellunt; itaut hæc duo corporum genera maximæ, minimæque ejus adhesionis veluti extrema haberi merito possint. Si crystallinum vas ardentem ampliori patina impositum rori exponatur, exiguo elapso tem-

pore integra ejus vasis superficies rore madefacta comperietur, cum interim patina ut prius arida nullum admissi roris indicium exhibet. Idipsum observatur, si patina aurea, ænea, ferrea, vel ex alio metallo fuerit. Si contra in vitrea vel crystallina patina, quatuor vel sex hydragryri contentæ uncie rori exponantur, ejusdem magnæ copia deprehendetur in iis patinæ partibus, quæ a mercurio distant, euniquè haud tangunt, nullum vero roris in mercurio erit vestigium. Hujus sane phænomeni causa, nisi a viribus attrahentibus, majori, minorique efficacia donatis repetatur, vix aliud est, quod in medium afferri potest.

riis in regionibus pro soli constitutione, situ, & calore, quem Sol cum ipso communicat.

§. 1221. Quoniam Ros diversissimis constat exhalationibus, in variis imo & diverso anni tempore in iisdem locis, collectus, dabit varia producta, veluti Aquas, Spiritus olentes, Sales, Olea, Terras: veluti Chemicus experti fuerunt.

§. 1222. Quum æstate Sol vehementer calefacit arbores & herbas, elewantur ex iis quoque Olea, quæ decidua in Terram constituunt *Rorem Oleosum* vel *Melleum*: hic lapsus in Aquam, natat in ejus superficie, quam pinguem reddit. Vidi hunc plerumque ante meridiem diebus fervidissimis decidisse, sed in locis, in quibus arbores erant consistæ.

§. 1223. *Pluvia* est multitudo parvarum aquearum guttarum, diversis temporibus ex alto Aere relabentium.

§. 1224. Pluvia fere semper ex nubibus cadit: observavi tamen Pluviam; sed in exigua copia & rarioribus guttis delapsam ex Aere, nulla conspicua Nube obducto, æstate, cum cælum aliquandiu fuerat tranquillum, & æstus vehemens & quasi suffocans, quo vapores plures elevabantur, quam ab Aere sustineri poterant, qui mox remisso calore condensati coibant & relabebantur.

§. 1225. Pluvia formatur, quando Vaporis particulae, Nubem componentes, propius ad se accedunt, ita ut se trahere queant, arctari, congeri, coire cum aliis in concilium, guttulam formare, quæ Aere ambiente specificè gravior, labitur, aliis guttis particulisve aqueis occurrit, cum iis simul conjungitur, increscitque in eam magnitudinem, quam cum in Terram labitur, habet.

§. 1226. Si tota Nubes in omni sui parte æquabiliter mutetur, sed lente, ut vapores pedetentim coeant, in guttulas minimas abibunt, quarum specifica gravitas cum ab Aere vix discrepet, lente per illum descendant guttulae, Pluviam tenuissimam & Roriferam, sive *Psecadem* formaturæ; contingit hæc, sed minus frequenter. Eadem tamen eveniet, cum ab inferiori parte Nubes coeperit mutari, atque mutatio sursum lente proferpserit, tum enim vapores in exiguas coalescentes guttulas, lente descendant. & quantæ erant, cum Nubem relinquebant, tantæ ad Terram perveniunt.

§. 1227. Si vero Nubis superior pars prius mutetur, sensimque mutatio per mediam, ad inferiorem partem pertingat,

gat, prius formabuntur guttulæ minores in suprema Nubis parte, quæ deciduæ in inferiores, cum his coibunt; continuo auctæ, quo plus descenderint; id frequentissimum est, & observatum ab iis, qui in valle magnum stillicidium experti, montem in eadem Nube adscendentes, deprehenderunt guttas eo minores, quo altius adscendebant.

§. 1228. Causas, quæ efficiunt, ut omnia Meteora, & proinde quoque Nubium particulæ ex alto labantur, tradidimus in §. 1191. Præcipua tamen Pluviæ causa venti esse videntur. 1. Qui deorsum in Nubem flantes, eam condensant, atque in unionem Vapores cogunt. 2. Vel qui Nubes vaporosas, ex Oceano oriundas, ad Regiones Terrestres provehunt, pelluntque contra Terras elevatas, Montes, Sylvasque, atque eas in Pluviam cogunt: ideo montosæ Regiones copiosiori Pluvia irrigantur, quam planæ: nam in Britannia provincia Lancastræ, altis scatente montibus, secundum Townleyi observata, quotannis circiter 41 pollices Pluviæ decidunt; cum observante Derha-

mo tantum 19  $\frac{1}{2}$  pollices colliguntur Upminsteri. 3. Quemadmodum Montes Nubibus resistunt, ita Venti directione opposita in alios delati Nubes comprimunt: unde in Oceano Æthiopico e regione Guinææ urceatim imbres interdum cadunt: ita in his regionibus, postquam aliquis ventus sæviit, simulac ab opposito ad quietem reducitur, Nubes intermediæ ab utroque compressæ in Pluviam solvantur. 4. Quia ex Oceano copiosissimæ vaporosæ Nubes formantur, Venti illas ab Oceano ad nostras Terras propellentes præcipue pluviosi sunt, cum alii venti supra continentem spirantes, Nubesque inde advehentes, raro pluviosi observantur. Ex annotationibus, aliquot annorum, spatio captis, & inter se comparatis, Ultrajecti intra idem tempus pluviosi fuerunt Favonii 203. Africi 135. Austri 61. Euri 27. Solani 32. Aquilones 29. Boreæ 54. Cauri 61. Ex Oceano Germanico efflant Favonii adeo pluviosi; partim ex eodem Oceano, partim ex amplissimis ostiis Scaldis, Mosæ, Rheni, afflant Africi, ideo etiam tam humidi: Boreæ & Cauri, quia sunt frigidi, non adeo copiosas Nubes secum advehunt, hinc minus humidi, quia alioquin omnium humidissimi forent, cum & ex Oceano Germanico, & ex Lacu Flevo adspirent, sed plerumque absque Nubibus.

Animadverti etiam esse dies pluviosos quolibet anno ad  
siccus

ficcus Ultrajecti, veluti sunt quinque ad duodecim. Sed hæc omnia cuilibet regioni sunt propria, & tantum ex singularibus observationibus cognosci poterunt (1).

§. 1229. Quia Pluvia ex alto delabitur per Aerem, Exhalationibus omnis generis semper inquinatum, eas secum lixivii instar conjungit, atque ad Terram vehit, quamobrem Pluvia non erit Aqua pura, sed Salibus, Spiritibus, Oleis, Terris, Metallis &c. inquinata, quorum magnum erit discrimen, pro differentia soli exhalantis, tum pro anni varia tempestate. Hinc Pluvia verna præ aliis fermentationi apta: impurior est post diuturnam siccitatem & ardorem, quam quæ brevi post aliam Pluviam sequitur: impurissimam esse deprehendit Experientissimus Boerhavius (a), quæ tempestate æstuante, ventosa, in locis urbanis, humilibus, fœtidis cadit.

§. 1230. Minimorum Plantarum semina, atque innumerosum insectorum ova in Aere natant, quæ quoque simul cum Pluvia delabuntur, hinc in ea vegetat viridis Alga fluviatilis, innumera animalcula & vermes excluduntur, quibus pereuntibus fœtet, putrescitque Pluvia. Quæ in mare cadit minus inquinata est, cum Aer, Oceano incumbens, exhalationibus non tantopere sit imprægnatus.

§. 1231. Propter varia corpuscula Aquæ admixta, pluvia  
in

(a) Chem. vol. I. p. 597.

(1) Sed alia esse potest vaporum, seu pluviarum lapsus causa ab ea haud dissimilis, qua plures præcipitationes fieri posse diximus theoremate II. adnotat. ad §. 551. Scilicet si fluidi cuiusdam particulis aliæ alterius corporis, puta A, partes attractionis vi adhæreant, itaut fluidum inde constituatur heterogeneous: tum alterius quoque corporis, puta B, partes eidem fluido offerantur, eum quibus fluidi particulæ majori attractionis vi polleant, quam cum corporis A partibus, has fluidum ex se rejiciet, alteriusque corporis B partibus adhærebit. Ita vero rejectæ corporis A partes, si sui ponderis specifici excessu supra pondus specifi- cum fluidi vincere possunt particularum fluidi cohesionem, per illas deorsum ruent, ac præcipientes fient. Hac ratione contingere diximus,

quod solutæ in aqua forti ferri particulæ, ab ejusdem menstrui partibus, quibus attractionis vi adhære- bant, illico separentur, & præcipi- tes fiant, cum cadmia ei solutioni injicitur; ob majorem scilicet attractio- nem inter aquæ fortis & cadmiæ particulas, quam est inter ejusdem menstrui & ferri partes. Quidni etiam & ejusmodi terrestres particulæ elevari quandoque in aere possunt, quas majori attractionis vi aer ad se trahat, quam illa vis est, quæcum vaporibus adhæret? Hos ergo ab aeris partibus tum segregari necesse est, suoque adeo pondere præcipientes fieri. De hac decidentium pluviarum cau- sa videtis P. Claudii Fromond in A- cademia Pisana Philosophiæ Profes- soris *risposta Apologetica sopra il commercio degli Oli*, pag. 272. & seqq.



in vase curatissime clauso servata, brevi in se nubeculas exiles, albas, sensim majores, pluresque, & magis opacas concipit, quæ postea in tenuem, lentum, tenacem mucum degenerant, & Aquam commutant in humorem lentescentem. Cum igitur Pluvia tam multifaria corpora secum in Terram vehat, non est mirandum, quomodo ex Pluvia diversissimæ Plantæ crescant, quarum succi admodum inter se discrepant.

§. 122. Ex hisce intelliguntur Pluviæ prodigiosæ: quando scilicet cum iis Exhalationes simul ex Atmosphæra deorsum delatæ sunt. Pluisse Sulphure notatum a Moyse (a), & in Ducatu Mansfeldiensi Anno 1658. a Spangenbergio (b), & Hafniæ A. 1646. ab Olao Wormio (c), a Siegesbekio Brunsvici Anno 1721.: tum ardenti substantia, quæ nec Aqua, nec motu extingui potuit (d). Pluviæ flavæ, Tigurino lacui, puteisque sub flavi pulveris forma innatantis, meminit Scheuchserus (e) Anno 1677. creditus hic pulvis ex pinorum floribus a Vento excussus, & cum Pluvia delapsus.

Guttæ imbrum quasi cruentæ frequens fit mentio apud antiquos & recentiores, ut de ea dubitare fas non sit. Peirescius hanc in Gallia lapsam examinans, insectis rubicundis guttas plenas observavit (f). Sunt quoque nonnullorum insectorum excrementa rubra, uti de papilionibus id constat, quæ imbri mixta, eam cruentam quasi reddiderunt.

Pluvia falsa, debacchante tempestate in Suffexia Britannia, observata fuit, cum ventus undas marinas, scopulis illisas, fractasque in exiles guttas in sublime elevaverat, & supra Terrestrem regionem propulerat (g).

Pluvia pinguis & butyracea Anno 1695. in Hibernia (h) cecidit, hæc tenax, mollis, profunde flava, in manu liquefscens, ad ignem exsiccabatur & nigrescebat. Fabulosum autem est, quum Ferro, Lana, Lapidibus, Carne, Lacte, pluisse memoratur.

§. 123. Quoniam igitur Pluvia Aerem a suis sordibus lavat, observare solemus, cessante Pluvia Aerem esse purissi-

(a) Genes. 19. & Deuteron. 29. (b) Chron. Mansfeld. T. 1. p. 395. (c) Museum Cap. xi. (d) Nova literar. An. 1684. (e) Meteorolog. Helvetic. p. 14.

(f) Gassendus in vita Peires. L. 2. p. 156.

(g) Philos. Transf. N. 289. (h) Phil. Transf. N. 220.

rissimum, pellucidissimum, ita ut objecta admodum remotata clarissime, & plantarum colores multo lætius virere, aliaque juvenescere, conspiciantur.

§. 1234. Guttæ Pluviz sphericæ sunt, magnitudinis diversæ, nunc pleniores, nunc minutæ, raro earum diameter excedit  $\frac{1}{4}$  partem pollicis Rhénolandici, nisi cum ur-

ceatim imbres deciderint, quorum guttæ pollicis æquales esse narrantur (a). Pendent hæc a vi attrahente partium in Aqua, tum a resistentia Aeris, per quem labuntur.

§. 1235. Cur Pluvia mododensa modo rara? An id non, ceteris paribus, pendet ex diversa crassitie Nubis quoad altitudinem; ita ut crassissima Nube densissima Pluvia, tum ex varia densitate Nubis? Cur æstate guttæ majores & raræ, Hyeme minores & densæ? An hæc non pendent a diversa Aeris, per quem decidunt, densitate & resistentia, minoribus Æstate, quam Hyeme.

§. 1236. Quamvis ex altis Nubibus Pluvia delabatur, non tanta velocitate, ac ex lege gravitatis sequeretur, ad Terram pervenit, propter resistentiam Aeris; hæc evenit, ut a guttis teneræ Plantarum partes non lædantur, quæ ceteroquin destruerentur.

§. 1237. Cur modo vaporibus, non, aut rarissime exhalationibus pluit? An non quia vapores exhalationum copiam multum excedunt; in guttas facillime coire possunt, delapsu permiscuntur cum exhalationibus: hæc vero plerumque incendiis consumuntur.

§. 1238. In hac regione Pluvia nequaquam aliquibus statibus temporibus, sed admodum irregulariter cadit. Copia plurimorum annorum secum comparata, pro anno, dedit Ultrajecti mediam altitudinem 24 pollicum Rhénolandicorum: differt proinde hæc copia in variis Regionibus; Harlemi & in Insulis Flandriæ observatur eadem labi quantitas, Delfis & Harderovici 27 poll., Dordaci 40 pollic., Medio-burgi in Zeelandia 33 pollic., Parisiis 20 pollic. Parisi, Lugduni 37, Romæ 20 poll., Patavii 37  $\frac{1}{2}$ , Pisis in Italia 34  $\frac{1}{4}$ , Tigurini in Helvetia 32 poll., Ulmæ in Germania 26  $\frac{5}{6}$  poll. Rhén. Wittebergæ 16  $\frac{1}{2}$ , Berolini 19  $\frac{1}{2}$ , in Bri.

(a) *Act. Lips. Suppl. T. 1. p. 425.*

Britanniæ provincia Lancaſtria 41 poll. Lond., Upmiſteri 19  $\frac{1}{2}$

poll. Londinenſes. Ex quibus colligi poteſt annum ſicciorẽ eſſe, cum minor copia pluviæ in his locis ceciderit; humidum contra, copioſiori pluvia labente. Diſcrimen hoc a vicinia marium, lacuum, fluviorum, montium, ſylvarum, a ventis, aliſque concurrentibus cauſis, pendet.

§. 1239. Uſus pluviæ eſt 1. Humectare & emollire Terram, quam Sol exſiccatur, eamque reddere fertilem, ut poſſit Plantas alere. 2. Aerem lavare a ſordidis exhalationibus, reſpirationibus, reſpirationi animalium noxiis vel inutilibus. 3. Aeris, Terræ ſolo propinqui, calorem temperare; nam pluvia ex alto cælo frigidiore delabitur. 4. Eſt pluvia origo Fontium, Rivorum, & proinde Fluminum, quamvis non ſola, nam ad hæc concurrunt vapores, qui noctu frigefcentes, deſatque in ſuperficie elatas montium, uniuntur, in aquam convertuntur, quæ deorſum ſtillans, copiam quoque incredibilem Aquæ fontibus & Fluminibus ſuppeditat.

§. 1240. Contigit aliquando, ut duo venti directionibus parallelis, ſed oppoſitis & parum a ſe diſtantibus Nubem intermediam compriment, condensentque ſubito in Aquam; Verum propter moſum ab utroque latere oppoſitum eam retorqueant, & in orbem ſine exitu ſteſcant, ita ut nubes circumſata in ſe ſorbeat, & vortex efficiatur; ac ſi rotæ alicujus intermediæ extremum ambitum oppoſita directione utrimque percuſſiſſent, qua hæc circa centrum gyraretur. (Tab. 15. Fig. 4. 5. 6. 7.) Nubis pars circumgyrata, rotundum in vorticem effecta, ſua gravitate ex alto deſcendit, columnam format cylindricam vel conicam, quæ baſi latiori reliquæ atræ ſpiſſæque Nubi adhæret, apice deorſum ſpectante; diverſæ eſt craſſitiei, aliquando 50 exapedarum & ultra, aliquando vix 4 vel 5: vocatur *Columna*, vel *Præſter*, vel *Turbo Aquæus*, Græce *τὸν σπιν* (a), Belgice *een Hoos*. Gallice *Trombe de Mer*. Anglice *Waterspout*.

§. 1241. Turbo hujusmodi intus Aqua vacuus obſervatur, partibus nempe ob vim centriſugam a centro recedentibus: in ſuperficie interna cava cochleam reſert Archimedeam *aa*, (Tab. 15. Fig. 7.) propter Aquam ex alto delabentem & circumactam: ab exteriori ſuperficie excuſſæ aquæ partes pluviæ formant. Velociter a

Tom. II.

N

vento

(a) *Lucr. lib. vi. Ver. 423.*

vento prævalente rapitur, decurritque supra mare & terram. Si mari imminet, & fere ad ejus superficiem usque decedit, ex eo elevatur exigua columna B, occurrens deciduæ, assurgens a pressione Atmosphæræ ad medium Turbinis, in quo ob vires Aquæ centrifugas Aer est rarefactus, unde manifesto levia corpuscula per medium Turbinis ascendere observantur. Cum autem undique circa assurgentem ex Mari columnam copiosissima Turbinis Aquæ cum impetu decedit, excussæ ex Oceano particulæ speciem pluviæ tenuis C undequaque ascendendo formant, adeo ut ibi fretum fervere videatur. Quacunque Turbo incubuit, solum nudat, corrumpit autem & prostermit majori impetu omnia, quibus occurrit, uti ædificia, arbores proceras, naves, quàm venti rapidissimi: ingenti diluvio cuncta inundat: sonum terribilem, instar plurimorum curruum velocissime vectorum supra strata lapidea, secum comitem habet: nec desinit, priusquam Nubes penitus delapsa est. Quo major est Turbo, maturius corrumpitur: nemo Turbinem toto die vidit, ne hora quidem, mira velocitas ejus, & mira brevitæ est.

§. 1242. Hinc intelligitur, quid de *Exhydria*, sive *Fractura Nubium* statuendum sit, & quomodo immensa Aquarum vis ex cælo brevissimo tempore labi in Terram, eamque immodicis imbribus inundare possit, simulac Nubes a Ventis impetuosius opposita directione flantibus valde condensantur, ut illico appressæ, coeuntesque aqueæ particulæ sua gravitate deorsum labantur. Quoniam vero ventus, Nubes in oppositum montem apprimens, idem præstare potest, patet, quamobrem in montosis locis frequentiores hujusmodi Fracturæ nubium, quàm in regionibus planis contingunt.

§. 1243. Si ros noctu ex Plantarum vasculis exsudans, aut vapor ex Terra assurgens, & superficiem soli corporumque humilium inhærens, hyeme ab Aere frigido, particulas congelantes ferente, abeat in glaciem, Plantarum Terræque superficiem obducentem, dicitur adesse *Pruinam*.

§. 1244. Observatur hæc quoque, cum Nebula ad Terram repens, corpora ambierit, iis se applicuerit, & mox secutum frigus aqueas partes in glaciem verterit: quæ sub forma parvorum corpusculorum aut exilissimæ nivis undequaque iis adhæret; qualem *Pruinam* observavit Cl. Dechalet (a).

§. 1245.

§. 1245. Hæc interdum in corporibus, quæ aperto Aeris exponuntur, spectatur, cum nempe Hyeme post antecessum gelu Aer humidus tepidusque ad corpora accesserit, cujus vapores condensati, corporibusque frigidis & gelu plenis appositi, illico in glaciem vertuntur: præcipue autem hoc ad vitra fenestrarum apparet, quia vitrum fortissime Aquam trahit, tum quoque ad muros, & tecta lapidea, quæ canitiem contraxisse videntur.

§. 1246. Si Nubes vertatur in Pluviam, quæ inter delapsam per Aerem, congelantibus particulis sortum, feratur, concresecunt stillæ in corpora globosa, congelata, quæ vocantur *Grando*.

§. 1247. Hæc plerumque magnitudinem guttarum Pluviae habet: veluti proinde illa guttarum, ita quoque grandinis magnitudo diserepat. Quoniam Pluviae stillæ sunt exiguae, quæ in nubis parte suprema formantur per §. 1226. *Grando*, quæ in vertice montium cadit, minima erit, major, quæ in vallibus; idcirco Cl. Scheuchzerus grandinis admodum exigua in Alpium jugis observavit; idemque aliis in montibus contingere, ex Fromondi & aliorum observationibus constat.

§. 1248. Raro tamen granula grandinis sunt in perfectum orbem corrotundata, verum hinc inde plerumque applanata, compressa, angulosa, concava; qualia imprimis sunt, si spirante fortiori vento deciderint; hæc enim oriuntur a ventis, Pluviae guttas inæquali pressione in varias reducentibus figuram, quam dum congelatur, retinet. Nonnunquam *Grando* est mollior, & superficiem quasi farina aspersam habet, est autem hæc exigua, & facile liquefcit, delapsa plerumque cælo fere tranquillo, humido, tepido. Sæpe *Grando* in medio sui nucleum habet opacum, album, quem cortex durior, pellucidior ambit: videtur hic nucleus prius genitus, delapsusque in Pluviae guttam, a qua dum in rotandum ambiebatur, hanc quoque postea in glaciem convertit: hæc enim grandinis species, simul cum intermixta Pluvia cadere solet.

§. 1249. Aliquando glaciei magnis fragmentis grandinat, nec in copia exigua, quorum magnitudo ova columbina, gallinacea, anserina adæquat; imo ceciderunt majora, quorum pondus semilibræ, trium quartarum, & libræ fuit. Annales hujusmodi grandinis in Europa custoditi ostendunt, eam contigisse ætate, mense Majo, Junio, Ju-

lio, Augusto, faviente procella, Nubes in atram spissitudinem condensante, cum caligine magna, & mugitu terribili tonitruum, ac rutilationibus fulminum. Ventii proinde Nubes condensarunt, ut in Aqueam versæ sint massam, quæ sibi commissa illico sub forma fractæ nubis §. 1242. cecidisset. Verum fulmina ab incensis nitrosis & sulphureis exhalationibus oriunda, Aerem Spiritu Nitri implent, qui simulac congelantibus particulis, in Atmosphæra tunc natantibus occurrit, terribile frigus inducit §. 748. Per hunc Aerem ita compositum, imbrem ex nube delabentem vis frigoris concreto gelu adstringit, proinde omnis illa aqua illico cogitur in glaciem, majoris minorisve magnitudinis, pro varia ejus, in massam unitæ, copia. Hujusmodi grando magnas clades edit, sternendo, contundendo segetem, herbas, fructus decutiendo, imo frangendo arborum ramos, ædium tecta, fenestras, animalia in pascuis, aves in Aere, & ipsos occidendo homines, quos ferit.

§. 1250. Grando nonnunquam diversissimam, sed eo tempore in omnibus granis eandem, inquit figuram, nempe conicam, pyramidalem, semirotundam, angulosam, compressam. An hæc non pendent ab exhalationibus congelantibus, propter admixta alia corpora, diversæ indolis, atque Aquam in glaciem, sub forma diversarum crystallorum, sed certo tempore ejusdem figuræ, cogentibus?

§. 1251. Quare non, aut raro, decedit grando in vallibus ita jacentibus, ut montes ad orientem habeant? an non propter copiosissimos Solis radios a montibus reflexos, grandinem inter lapsum dissolventibus?

§. 1252. Non frequenter grandinat Ultrajecti; aliquot annorum observationes inter se comparatæ ostendunt, quolibet anno tantum octies grandinare: nunquam flante Euro grandinem observavi; semel spirante Austro. Quoties grandinaverit flantibus variis ventis spatio quinque annorum hæc modo deprehendi; flante Favonio 13 vicibus, Cauro 8, Septemtrione 9, Aquilone 2, Solano, 2 Africo 5. Sunt tamen alia loca, in quibus frequens grando, observante Dechales, quæ nempe a Septemtrione aperta inter montes jacent, imprimis, si tum Boreas supra lacum afflaverit.

§. 1253. Quamdiu grandinat, & antequam grando ad Terram decidat, interdum fragor & strepitus in Aere audiri-

antur (a), quia granorum nonnulla a vento in alia propelluntur, quæ cum sint corpora durissima, sonant percussorum duorum instar: sed & feriunt alia, quibus occurrunt, corpora, unde quoque sonus.

§. 1254. Si vapor aqueus ex Nube decidens congelatione in filamenta oblonga abeat, quæ variis sibi imposita modis forment floccos, id effingitur, quod *Nivem* vel *Nin-guem* appellamus.

§. 1255. Floccorum figuræ diversæ sunt, regulares vel anomalæ: aliquando sunt spicula tenuia, oblonga, A B Fig. 1., (Tab. 14. Fig. 1.), quæ concreverunt tantum ex particulis vaporis Fig. 2., in lineam rectam dispositis, atque ita in se deciduis, acervatisque. Si inordinato admodum situ spicula in se jaceant, & hic breviora, ibi longiora fuerint, concreverintque, flocculus nivis anomalus efficitur. Sed regulares flocculi, aliquando effigiem stellæ hexagonæ radorum tenuium, angulos 60 graduum comprehendentium exhibent, uti in Fig. 3. cum tria spicula A B Fig. 1. in se mutuo cadunt, concrescuntque: aliquando Nix est Liliiformis Fig. 4. hexangula tamen: aliquando quilibet ex sex radiis, aliis radiolis minoribus ornatur, Fig. 5. vidi Nivem, cujus figura erat uti in Fig. 6.; aliquando flocculi racemos retulerunt, Fig. 7., qualem Nivem Cassinus observavit (b): nonnunquam Stellæ duodecim radorum ceciderunt, imo & aliarum figurarum, quas eleganter exhibuit Hookius (c). Sed lubuit adnectere alias Nivalium floccorum figuras 20, quas hyeme sævissima anni 1740. Medioburgii in Zeelandia observavit & accurate delineavit Vir industrius & eruditus L. Stokke. M. D.: plures tum similium, tum aliarum figurarum floccos collegit, descripsitque Cl. Kundmannus (d). Quotiescunque nixit spiculis oblongis vel stellis hexangularibus, frigus hæc intensum secum in Terram tulere, paucis horis post lapsum secutum. Insolentior est Nix regularis figuræ; frequentior est, quæ constat flocculis figuræ anomalæ, variæque magnitudinis. Videtur discrimen figuræ Nivis pendere a diversis exhalationibus congelantibus, quæ vaporibus e nube deciduis admiscuntur; N 3 veluti

(a) Lucretius L. vi. v. 155.

(b) Memoires de l'Acad. Roy. An. 1692.

(c) Micograph. pag. 88. a Fig. 7. ad 27.

(d) Rariora Nat. & Artis S. 2. A. 21.

veluti salia in aqua soluta in crystallos variæ figuræ abeunt: animo concipi enim nequit, quomodo ceteroquin nonnullis temporibus omnes flocculi regulares, ejusdemque figuræ, formari in aere possent.

§. 1256. Solet massa Nivis modo deciduæ esse admodum rara, quæ tamen flocculis, majoribus decidit, minus rara est reliqua. Deprehendit Sedileavius (a) plerumque Nivis acervum, 5 vel 6 pollices altum, cum tabuerat, unum aquæ pollicem dedisse, quod de la Hirius confirmavit, addens se anno 1711. (b) Nivem duplo rariorem solito observasse, cujus 12. pollices tantum in unum pollicem Aquæ versi sunt. Cl. Weidlerus (c) se Anno 1728. Nivem noncuplo rariorem Aqua invenisse tradit: A. 1729. Ultrajecti Nivem stellatam examinavi, quæ vigesies quater rarior Aqua erat. Si Nix copiose ceciderit in aliquo loco, & gelu persistet cum tempore sereno, subsidet perpetuo, & evaporando ex se quamplurimum imminuitur, unde tandem pernit in Auras evanescit: Sol enim suo calore Nivem perpetuo emollit, tabefacit, partes solutas volatiles reddit, atque ita Nivem consumit.

§. 1257. Si persistente gelu ningat, semper flocculi sunt minores; si autem cælum calidius fuerit, sunt flocculi majores: imo hi interdum simul cum pluvia labuntur.

§. 1258. Cepit opinio fidem, ac si urgente acrigelu ningere non posset; id autem non esse consentaneum experientia. Anni 1739, 1740, 1741, constitit, diebus enim nonnullis ninxit, & ingens gelu persistit, imo increvit. Neque semper frigus remittit, cum ningit, etiamsi id sæpe contingat; observavi post delapsam Nivem frigus increvisse. Erronea quoque est opinio, in mari non ningere, cum in Oceano Hyperboreo id frequens sit.

§. 1259. Veluti interdum ingens Pluviæ quantitas in aliquem locum decidit, ita & Nivis; hinc observatum fuit Anni 1729. mense Febr. in Sveciæ, Norvegiæque limitibus uno quasi ictu tantam Nivis cecidisse copiam, quæ plures quam 40. domus sepelivit, unaque omnes in iis suffocavit incolas; simile quid in Silesia & Bohemia contigisse tradidit Celeb. Wolfius. Præstantissimus Maupertuisius memoriam prodidit, tempestates in Lapponia sævire nivosas, periculi

(a) *Memoires Mathem. Anno 1692.*

(b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1712.*

(c) *Observationes Meteorologo.*



periculi plenas: ventus ab omni parte adflat, nivemque magno cum impetu in vias effundit, viatores occæcat, copia extinguit.

§. 1260. Nix plerumque est albissima, fortissime reflectens ailapsam lucem, licet glacies sit, cujus quodlibet spiculum seorsum sumtum & Microscopio conspectum pellucet: verum cum inter spicula singula pori maxime irregulares relinquuntur, lux per eos ob inordinatam spiculorum attractionem transire nequit, sed fortissime repercutitur, veluti a vitro pellucido in pulverem contrito.

§. 1261. Usus Nivis est 1. Herbas hyeme, quas sepelivit, adversus gelu ejusque injurias conservare. 2. Aquam suppeditare rivis & fluminibus: ideo in Europæ multis regionibus mense Aprilis & Maji tument flumina a tabescente in montibus nive.

§. 1262. Nonnunquam in cælo apparet *Arcus versicolor*, qui & *Iris* appellatur, cum Sol a tergo Spectatoris in cælo fulget, a parte anteriori nubilum est, simul cum Pluvia intermedia.

§. 1263. Aliquando in cælo duo aut tres arcus simul conspiciuntur, sibi concentrici: (*Tab. 16. Fig. 3.*) quorum Internus coloribus gaudet vivacissimis, atque ideo *Primarius* appellatur: Externus languet & *Secundarius* audit. (*Tab. 15. Fig. 9.*) Si certius adsit, quod rarius, sub admodum languentibus coloribus apparet.

§. 1264. Ordo Colorum in ambobus arcubus est inversus: in *Primario* ordo sequens est, enumerationem incipiendo a parte interiori: Color Violaceus, Purpureus, Cæruleus, Viridis, Flavus, Aurantius, Ruber: *Secundarii arcus* colores tum sic sequuntur; Ruber, Aurantius, Flavus, Viridis, Cæruleus, Purpureus, Violaceus, quales colores in Radiis Solis vitreum Prisma refringendo etiam exhibet.

§. 1265. Ut Iris primaria intelligatur, concipiatur ista BDF, (*Tab. 6. Fig. 1.*) quam stringat Solis radius AA, qui refringitur ad D, a D repercutitur in F, atque ex F exiens, refringitur in GF, separaturque in colores.

§. 1266. A parte Solem spectante plurimi radii paralleli, quales sunt AA, BB, CC, DD, EE, &c. (*Tab. 16. Fig. 2.*) in dimidiam illæ superficiem incidunt: horum nonnulli in gutta refringuntur, atque ad oppositam superficiem partem *b a e d* delati, exeunt in Aerem; qui vero non transeunt, sed reflectuntur a superficie posteriore

*b d a e*, replicatique ad anteriorem partem *β a d e e* exeunt, & disperguntur a se ad varia loca.

§. 1267. Sunt tamen radii *AA*, *BB*, (*Tab. 16. Fig. 1.*) qui sibi vicini & paralleli incidunt in superficiei anterioris partem *AB*; & refringuntur ad idem punctum posterioris superficiei *D*, a quo antrorsum reflexi ad *F*, *f*, ex stillicidio sibi paralleli in *FG*, *fg* exeunt. Hi radii sibi vicini fortissime oculum afficere possunt; idcirco hi *Efficaces* appellantur; cum alii, nimis rari, oculum in notabili a gutta distantia non satis afficere possunt.

§. 1268. Si radius *AA* (*Tab. 16. Fig. 1.*) producatuf usque in *P*, & *GF* retroducatur ad idem punctum *P*, tum quoque ex centro *C* guttæ perpendiculares *CL*, *CM* ducantur, tum *CA*, erit *CL* sinus anguli incidentiæ, & *CM* sinus anguli refractionis, qui sunt in radiis rubris uti 108 ad 81: & in radiis violaceis uti 109 ad 81. Si cum his numeris calculus instituatuf, eruitur magnitudo arcus *AE*, ut & arcus *AD*, ex quibus invenitur angulus *APG* pro radiis rubris  $42^{\circ} 2'$  pro radiis violaceis  $40^{\circ} 17'$ . (1).

§. 1279. Concipiatur stillis spatium *XZ* (*Tab. 16. Fig. 3.*) Atmosphæræ plenum, Spectator in *O*, atque ex centro Solis a tergo spectatoris linea *OF* per oculum *O* transeat, quæ sit parallela radiis *DE*, *PS*, guttas stringentibus: horum *DE* refractus ad *K*, inde reflexus ad *n*, & ex hoc puncto exiens refringitur in colores, & delatus ad oculum *O*, sub angulo *n OF*  $42^{\circ} 2'$ , repræsentat colorem rubicundum: pari modo gutta *S* refringens radium *PS*, eumque mittens ad oculum *O* sub angulo *QOF*  $40^{\circ} 17'$ , repræsentat colorem violaceum. Fingantur jam circa *OF*,

(1) Calculum geometricum ex quo prædictorum angulorum mensura eruitur, consulto Auctor præterit, ne nimia ejus difficultate tironum ingenia torqueat: de eo interim si lubet, vide eundem Auctorem in *Essay de Physiq. c. 39. §. 1600*, vel *Newtonum Optic. l. 1. pars. 2. prop. 9*. Verum eadem angulorum quantitas, saltem præter propter sequenti experimento liquet. Suspendatur scil. in Sole globus vitreus *E* (*Vid. fig. 3. Tab. 16.*) aquæ plenus, tum in tali positu inspicatur, ut radii a globo ad oculum pervenientes, contineant

cum Solis radiis angulum  $42^{\circ}$  grad. circiter, & tum spectator in *O* videbit colorem rubrum clarum in ea globi parte, quæ est a Sole averfa, veluti ad *K*. Quod si deprimito globum, is angulus minor fiat, videbuntur continuo alii colores, flavus, viridis, cæruleus, ac demum violaceus, cum scil. is angulus sit circiter grad. 40. Idipsum experiri etiam licet intuendo globum immotum, & interea attollendo, vel deprimito oculum, vel aliter eum movendo, quemadmodum opus est, ut is angulus præscriptæ magnitudinis evadat.

OF, tanquam axim, circumferri O n, O Q, describent superficies conicas, quarum bases circulares erunt.

§. 1270. In harum basium puncto quocunque visibili sub eodem angulo conspiciuntur iidem colores: quamobrem spectator O arcum coloratum videbit, habentem latitudinem n Q unius gradus & 45 minutorum.

§. 1271. Ex hisce igitur apparet, pro diversa tum Solis, tum Spectatoris altitudine supra horizontem maiorem minoremve portionem arcus visum iri. Si enim Sol & Spectator in horizonte fuerint, erit OF ad horizontem parallelus, quamobrem arcus, qui videbitur, erit portio dimidia circuli. Sole autem adscendente supra horizontem, illius proinde minor portio videbitur. Sole autem elevato  $42^{\circ} 2'$ , recta O n erit horizonti parallela; proinde arcus minima portio in horizonte apparebit, & Sole tantillum plus elevato, totus arcus evanescet.

§. 1272. Quo Pluvia Spectatori O propior est, eo basis Coni erit circulus minoris radii, adeoque arcus apparebit minor. Quo Pluvia plus distat a Spectatore O, eo basis Coni erit major, arcusque amplior.

§. 1273. Si Pluvia desinat a parte H C, tantum videbitur pars arcus H E V; Pluvia cessante ad E V, videbitur modo pars arcus H C, cessante autem Pluvia intermedia E H, tantum arcus crura in E V, H C videbuntur.

§. 1274. Quoniam Pluvia ex Nube usque Terram decidit, Spectator in planitie consistens arcus horizonti insistere videbit.

§. 1275. Si Pluvia supra caput Spectatoris in prato positi transiverit, antrorsum progredi pergat, guttæque graminis plantisque copiose inhæreant, crura arcus videntur aliquando in longo tractu irrigati graminis jacere; cum nempe Solis radii ab his guttis refracti sub iisdem angulis ac in §. 1268. ad Spectatorem redire possunt.

§. 1276. Cum autem arcus sub iisdem angulis modo videri potest, patet etiam Iridem præcedere Spectatores accedentes, & sequi fugientes.

§. 1277. Est modo Iris conspicua, cum cælum Soli obversum est nubilum, ita ut lux paucissima inde redire possit, hæc enim ceteroquin suo robore nimis fulgens, impediret, quominus colores in arcu observari possent: ideo colores Iridis sunt magis intensi, quo cælum a parte anteriori Spectatoris est magis opacum.

§. 1278.

§. 1278. Sit gutta Pluviæ sphaerica BDEH, (Tab. 16. Fig. 4.) radius Solis AB, qui refringitur a B usque in D, inde repercutitur usque ad F, iterumque inde redditus venit ad H, ex quo puncto exiens, refractusque fit HI, qui proinde radius bis reflectitur, refrangiturque. Radii huiusmodi sunt efficaces ad Iridem formandam, cum sibi vicini AB,  $\alpha\beta$ , ineidunt, & post primam reflexionem in D & Z sibi paralleli fiant DF, ZX: atque inde reflexi ad H & S, secunda vice refracti in H & S, sibi iterum vicini parallelique ferantur HI, SR.

§. 1279. Calculo subduci potest ex ratione refractionum radiorum ex Aere in aquam, quantus sit in hoc casu angulus API: hic enim pro radiis rubris est  $50^\circ, 58', 39''$  & pro violaceis  $54^\circ 7' (1)$ .

§. 1280. Quamobrem si spectator fuerit in O, (Tab. 16. Fig. 3.) radiusque e Sole, a tergo fulgente, per oculum ductus OF, radiique guttas Pluviæ stringentes AB, PM bis refracti reflexique pervenerint ad oculum O, formantes angulum BOF  $54^\circ 7'$ , & MOF  $50^\circ 58', 39''$ , videbuntur colores violacei & rubri: circumactisque circa OF axim rectis BO, MO, formabuntur Coni, in quorum basi, sub latitudine 2 grad. 8, 21, videbitur arcus coloratus, sive Iris secundaria.

§. 1281. Hujus Iridis colores sunt minus intensi, quam primariae, quia multi radii inter AB &  $\alpha\beta$ , illapsi exeunt ex gutta ad DZ; qui reflectuntur ad XF, pro parte etiam ad X & F egrediuntur, adeo ut pauci sint, qui egressi ex H & S ad spectatorem pervenire possunt.

§. 1282. Quia secundariae Iridis colores sunt adeo debiles, vide-

(1) Omisso in tironum gratiam geometrico calculo, de quo videtis ejusdem nostri Auctoris *Essay de Physiq. ch.* 39. §. 1606, & Newtoni *Opt. l. 1. pars. 2. prop. 9.*, eorum angulorum quantitas colligitur simili experimento globi vitrei aquae pleni, de quo supra in adnot. ad §. 1268. Si scilicet is globus attollatur usque ad M (Vid. fig. 3. Tab. 16.), donec radii a globo ad oculum pervenientes contineant cum Solis radiis angulum 50 circiter graduum; vide-

bitur tum color ruber in ea globi parte quæ est Soli obversa. Quod si attollendo globum, adhuc major sit angulus factus fuerit, color ille ruber convertet se in alios colores flavum, viridem, cæruleum, ac demum violaceum, cum nempe ille angulus graduum 53 evaserit. Quod & experiri etiam potest, si manente globo immoto, attollatur interim, vel deprimatur oculus, vel aliter moveatur, uti factum opus est, ut is angulus præscriptam acquirat magnitudinem.

videri nequeunt, nisi cælum antè sit admodum nubilum, idcirco rarius secundaria Iris, rarissime tertia Iris conspicitur; quia, ut hæc videri possit, in gutta tres reflexiones, & duæ refractiones fieri debent; præterea, ut cælum post guttam sit fere nigrum, nullamque lucem reddat, post tergum vero Spectatoris Sol clarissime fulgeat.

§. 1283. Non aliter Iris Lunaria; quæ licet admodum raro fiat, tamen in nocte tempore Plenilunii in Pluvia observata fuit, explicanda est: hujus autem colores semper sunt debiliores quam Iridis Solaris; cum lumen Lunæ propter raritatem non tantum virium habeat, quam Solis, quibus guttas pluvie perstringat.

§. 1284. Hucusque Arcum per totam suam amplitudinem æque latum esse diximus, & ita se habet, quamvis crura ejus inferiora appareant latiora, apex vero tenuior: & ideo duæ sibi concentricæ Irides inter apices suos majori intercapedine distant, quam inter crura: quod phænomenon a Spectatoris imaginatione pendet.

§. 1285. Plurima hic addenda forent, quæ spectant cælum angularum, quos radii efficaces formant, aliaque, quæ cum nimis subtilia & prolixa sunt, in his Elementis omittimus. De his, ut & aliis huc spectantibus consulatur Acta Philosophica Britannica N. 240. 267. 375. & Clarki notæ ad Rohaulti Physicam Part. 3. Cap. 16., Newtoni Optica, & Lect. Smith compleat System of Optiks. B. 2. C. x, vel Physica Belgico sermone conscripta. (1).

§. 1286.

(1) Ex veteribus Philosophis nonnulli quidem, etsi obscure, intellexisse videntur colorum iridis causam ab radiorum solarium in pluvie decidentis guttis refractione pendere. At plenius id primus invenit, uberiorque explicavit Antonius de Dominis Archiepiscopus Spalatensis in libro suo de radiis visus, & lucis, quem ante annos amplius viginti scriptum, in lucem tandem edidit amicus suus Bartolus Venetiis Ann. 1611. in eo quippe libro ostendit Vir doctus, quemadmodum arcus interior binis refractionibus radiorum Solis, singulisque reflexionibus inter binas istas refractiones intervenientibus, in rotundis pluvie guttis effingatur;

exterior autem arcus binis refractionibus, binisque itidem reflexionibus interjectis, in similibus aquæ guttis efficiatur. Suamque explicandi rationem experimentis comprobavit in phiala, vel globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis. Porro eandem explicandi rationem persequutus est Cartesius in Meteoris suis, eamque quæ est de arcu exteriori insuper emendavit. At cum hi Auctores veram colorum originem non intellexerent, aliquid in eorum explicatione adhuc desiderabatur, quod denum complevit Clarissimus Newtonus, causam physicam uberius deducens ex detecta diversa radiorum refrangibilitate.

§. 1286. Solem, Lunam, Planetas, Stellas fixas ambiunt *Coronæ*, vel *Halo*. Sunt hi circuli luminosi memorata sydera circumnectentes, interdum albi, interdum Iridis instar colorati: daturque vel unus vel plures sibi concentrici: qui circa Syrium & Jovem observati sunt, diametros habuerunt 2, 3, 4, 5 graduum, nunquam majores (a). Qui ambiunt Lunam, interdum sunt parvi, diametri 3 vel 5 graduum (b); sed tum hi, tum illi, qui Solem cingunt, diversa conspiciuntur diametro, observati enim fuerunt  $12^{\circ}$ ,  $22^{\circ} 35'$ ,  $30^{\circ}$ ,  $38^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $46^{\circ} 24'$ ,  $47^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  & majores. Eorum Diametri, quo tempore perstant, mutationibus sæpe subjiciuntur. Differt quoque annulorum coloratorum & alborum latitudo, cum dentur  $2^{\circ}$ ,  $4^{\circ}$ , &  $7^{\circ}$  graduum. Nudo oculo inspecti circuli, ovati apparent; sique diameter in meridiano jacere concipiatur, atque divisa in 3 partes, Sol duabus partibus ab infimo puncto aberit: Instrumento dimensi circuli, rotundiprehenduntur (c).

§. 1287. Sive circuli colorati vel albi conspiciantur, semper spatium intermedium inter Luminaria & circulos minori claritate lucis donatur, quam ipsi circuli. Colores Coronarum sunt dilutiores, quam Iridis; & diverso ordine se sequuntur, pro varia Coronæ amplitudine: in iis annulis, quos observavit Newtonus Anno 1692. colores, ab interioribus ad exteriora eos numerando, hoc ordine jacebant, ut in intimo annulo fuerit cæruleus interior, albus in medio, rubeus exterior; in secundo annulo purpureus, cæruleus, viridis, flavus, pallescens rubeus; in tertio annulo cæruleus pallescens, & rubeus pallescens se sequebantur.

Hugenius in ambitu interiore colorem rubrum, in exteriori cæruleum pallidum observavit: aliquando interius colorem rubrum, exterius album, & alio tempore colores eo ordine ac Newtonus in intimo annulo conspexit. Weilderus colorem interiore flavum, exteriorem candidum notavit.

§. 1288. Harum Coronarum causa in Atmosphæra non longe a Terra existit: nam 1. licet animus noster judicandi im-

(1) *Gassendus ad Diogenem p. 584. Mariotte Mouvem. des Eaux. Wolfius in Cogitationibus Ingenios.*

(b) *Newtoni Optica Lib. 2. part. 4. Obs. 13.*

(c) *Smith. Optiks L. 1. §. 167. Remark. 344.*

imbecillitate deceptus, circa ipsum sydus coronas putet positas, circa dicta sydera Atmosphæræ aut non sunt, aut nequaquam tantæ. 2. A paucis tantum observatoribus simul, raro ad intervallum duorum vel trium milliarum conspiciuntur. 3. Rumpuntur obortis ventis. 4. Non colliguntur nisi stabili Aere & pigro. 5. Nunquam cælo apparent sereno, sed rara Nebula obducto. 6. Nebula hac a vento propulsa, ab ea parte rumpuntur.

§. 1289. Arte coronam imitamur, cum tempore frigido vaporem calidæ aquæ inter candelam & oculum ad adscensum cogimus; hinc in balneis circa lucernam adspici solet. Tum si in recipiens vitreum & vacuum, Aerem readmittamus, ultra quod candela ponatur; simulac enim Aer ad aliquem densitatis gradum pervenerit, Halo cum diversis coloribus circa flammam videtur (a). Quamobrem quæ in sublimi apparet Halo, simili modo ac arte producta, efficietur, Hæc autem vel a Luce, per vaporis particulas transeunte, & bis refracta; aut a Luce inter interstitia vaporum corrente, & viribus attractricibus inflexa, suoque in colores separata, oriri potest. Quarum posterior causa minus verosimilis est, propter inæqualia intervalla, quæ globi æquales, æqualiter distantes inter se relinquunt; ut æquabilis & continua radiorum inflexio inde vix oriri posse videatur. In annulos vero coloratos lux separatur, cum per aqueas bullas cavas, saponem inspissatas, transit; nam pro varia pellis crassitudine in bullis diversus, tam reflexione, quam transitu, oritur color. Sit igitur vaporis exilis pila X, (Tab. 16. Fig. 5.) sitque crassities  $\beta b$  æqualis crassities pellis in magna pila saponacea, ubi annulum rubeum transeuntibus radiis format; sit  $\gamma c$  crassities vaporis, qualis in saponacea pila annulo flavo convenit: sit  $\delta d$  in vapore crassities, qualis in pila saponacea cæruleum annulum format, &c. adeoque in vaporis pila X per locum annularem  $\beta b$ , radii B $\beta$  transibunt, formaturi annulum rubeum: per  $\gamma c$  transibunt radii Solis C $\gamma$ , qui postquam exiverunt, annulum flavum effingent; veluti per  $\delta d$ , radii transmissi annulum faciunt cæruleum. Hi omnes radii axem A $\alpha a$  sub vario secant angulo, tendentes ad  $k, h, g, f, r$ , magis perpetuo a se divergentes: oculus autem in locis his  $k, h, g$ , positus colores memoratos spectabit, eosque ad varia loca referet.

§. 1290

(a) Boyle in Contin. prim. Exp. per Phy. §. 44.

§. 1290. Sint in plano KX ( *Tab. 16. Fig. 6.* ) aliquot sphaera ejusdem magnitudinis; Spectator in S, radii e Sole emissi, paralleli in eas incidunt, formenturque a radiis transmissis aliquot annuli colorati, uti in §. 1289. Sit RZS a Sole ad Spectatorem S dimissus, & perpendicularis in planum KX; Solis radii PE, illapsi in eam sphaera partem, ut transeuntes annulum rubrum formant, deinde ferantur ad S; Radii PK illapsi in alterius sphaera partem, ut transeuntes annulum caeruleum formant, postea dirigantur ad S: quod si tum circa ZS, tanquam axim, circumferantur ES, KS, generabitur Conus, in cujus basi circulari positae in sublimi Aere sphaerulae poterunt ex ejusdem coloris annulis, sub eodem angulo ESZ, KSZ, dimittere ad spectatorem S radios caeruleos & rubros; quum obrem spectator S videbit circulum coloratum, intus rubrum, extus caeruleum. Si plurimi diversi colores cadant intra angulum KSE, apparebit hic medius circulus albus: si vero in KSE alterius annuli colorati radii ferantur, ejusmodi coloris circulus quoque videbitur.

Veluti sic unius circuli colorati Theoriam dedimus, possunt concipi plures, priorem ambientes. Si autem radii colorati ex plurimis annulis sphaerarum K, E, lapsi supra se ad S pervenerint, tantum annulus KSE albus apparebit.

§. 1291. Si sphaerulae K, E, Z, fuerint variis temporibus majores vel minores, ordines colorum in annulis discrepabunt, unde non semper idem ordo colorum in Coronis observatus fuit. Sed & qui eundem dant colorem, non sub eodem angulo ad oculum S perveniunt: idcirco diversa sub amplitudine coronae conspiciantur necesse est. Et quia eadem vaporis pila transmissis radiis multos diversosque annulos coloratos format, quorum in X Fig. 5. modo quatuor depinximus; horum vero radii sub diversis angulis axim A & a secant: ideo prout haec pilae altius a solo vel propius ab eodem suspenduntur, variorum annulorum radii sub diversis angulis ad spectatorem perveniunt, atque ideo corona amplitudine increvisse, aut decrevisse spectabitur, quemadmodum in eadem corona, aliquandiu persistente, observatum fuit.

§. 1292. Has coronas esse indicium venti, vel pluviae, aut instantis procellae fabulosum est: saepe enim animadverti, caelum die sequenti tranquillum mansisse. Subtiliora huc spectantia videri possunt in Newtoni Optica Lib. 2.



Part. 4. aut apud Hugenium in Posthumis, Smith Optiks B. 2. Ch. xi. Hugenius autem ex hypothefi grandinis extrinsecus pellucidæ, interius nucleo nivali opaco constantis, subtiliffime quoque coronas explicuit; quam sententiam propter observationes §. 1289. amplexi non fuimus.

§. 1293. Nonnunquam in Cælo una cum Sole aliquot spurii Soles apparuerunt, qui *Parhelii* appellantur, quia in propinquo fere a Sole videntur, aut quia ad aliquam similitudinem Solis accedunt. Horum numerus variat; aliquando enim unus vel alter, interdum plures, usque ad sex, conspecti fuerunt Parhelii.

§. 1294. Magnitudo Parheliorum eadem ac veri Solis apparet; figura a rotunditate subinde recedit; fulgor plerumque languidior quam in Sole, aliquando idem; si autem multi adsunt simul, aliqui hebetes minus splendent, pallentque. Illorum limbi, Iridis instar, coloribus tincti sunt: multi candam longam, a Sole averfam, subigneam, ubi spurio Soli adhæret, sed aucto intervallo pallidiorem habent; alii cauda carent: Cauda in circulo albo horizontali exporrecta jacet.

§. 1295. Parhelios comitantur fere semper circuli nonnulli, quorum alii coloribus Iridis donantur, alii albi sunt; vario hi etiam sunt numero & magnitudine: omnium tamen est eadem latitudo, quæ æqualis diametro Solis apparet. Sunt circuli, qui Solem, in suo centro positum, ambiunt; hi colorati sunt, & diametrum 45, imo 90 graduum habuisse observati. (Tab. 16. Fig. 10.) Horum planum est perpendiculare ad rectam, ductam a spectatore per centrum Solis: idcirco eorum situs pro varia Solis altitudine supra horizontem differt; quo horum colores sunt vivaciores, eo lumen Solis apparet languidius. Sunt circuli alii ad horizontem paralleli; plerumque unus est amplissimus, albus, omnes Parhelios complexus, & qui, si fuerit integer, per verum Solem transiret, hujus centrum est Spectatoris Zenith: ejusmodi circuli, diametrum 130 graduum spectavit Hevelius. Aliquando huic concentrici fuerunt arcus minorum circulorum, qui dum per priores coloratos transibant, eos tantum sua latitudine obtegendo, in plano transeunte per Zenith & Solem, coloribus etiam tangebantur: aliosque Parhelios continebant. Fuerunt & alii circuli, oblique respectu omnium memoratorum positi. Ordo colorum in circulis coloratis est veluti in Iride;

de ; sed in parte interiori Solem respiciente rubens est , veluti in multis Coronis quoque observatur .

§. 1296. Parhelii spatio unius , duarum , trium , imo quatuor horarum , Sole ad diversas altitudines elevato conspecti fuerunt . Evanescent tum Parhelii , tum orbes perdetentim , primo ab una parte , deinde ab altera , reditum crebro in iis minati locis , ubi evanescere cœperunt , donec tandem penitus desinant .

§. 1297. Parheliorum materia hæret quoque in Atmosphæra Terrestri . 1. Quia orbes colorati eos cingentes sunt tantum Coronæ , quarum materia per §. 1288. in Aere nostro suspenditur . 2. Secundum observationes accuratas Hevelii , Hugenii , Cassini , Maraldi , Verdriesii , & nostras , Cælum , Parheliorum tempore , nunquam fuit perfecte serenum , sed nebula tenui , & pellucida obductum . 3. Quo colores orbium sunt vivaciores , eo magis lumen veri Solis pallet . 4. Vix in duobus locis , quamvis parum distitis , simul conspiciuntur . Nam Parhelii , qui Harlemi Anno 1734. Febr. 22. visi sunt , nequaquam apparuerunt Ultrajecti : ita quoque Paraselenæ binæ cum Coronis Anno 1734. Martii 12. insignes conspectæ fuerunt in pagis Catvieo & Koudekerka , ut & Leydæ : nec harum omnium quicquam Ultrajecti conspectum fuit . 5. Observantur plerumque tempore brumali , frigido , cum mediocri gelu , spirante Vento leni , Borea , vel ex Boreali plaga . 6. Desinentibus Parheliis aliquando Pluvia , aut Nix , spiculis oblongis constans cadit .

§. 1298. Quoniam Parhelii non semper cum iisdem phænomenis apparent , eorum causæ quidem possunt esse sibi similes , non tamen erunt accurate eædem ; adeoque in Theoria , quam dabimus de una observatione , aliquid mutandum erit , quotiescunque aliæ apparitiones in aliis Parheliis aderunt .

§. 1299. Supponamus spicula glacialia , cylindrica , tenuia , in alto Aere suspendi , qualia sub Nivis forma interdum labuntur : atque hæc a radiis Solis incipiant liquefi , ita ut CD ( Tab. 16. Fig. 7. ) nucleus medius opacus , non solutus sit , sed exterior pars AB , AB , liquefcens pellucescat ; resolutæ autem Aquæ pars deorsum stillans formet globulum BEB : ejusmodi spiculum , propter centri gravitatis situm inter D , & E , in Aere erectum natabit . His positis non difficulter Parheliorum phænomena expli-

cari possunt (*Tab. 16. Fig. 8. 10.*): veluti in his observatis ostendam. Neque sunt hac admodum temere posita, 1. Cum ejusmodi spicula cylindrica actu in Aere dentur, 2. Et tempore Parheliorum cecidisse observata fuerint, 3. Atque similia arte confecta ex vitro Aquæ pleno, cum immisso opaco ligno, & in sublimi suspensa, notante hujus sententiæ auctore Hugenio, Parhelios exhibuerint.

§. 1300. Cum in Aere hæc spicula pendentia nonnihil da lumine Solis intercipient, apparebit verus Sol minus fulgens, quam celo sereno. Sit Sol *SR* (*Tab. 16. Fig. 7.*), ex diametri extremis ponantur emissi radii *SP*, *RQ*, qui illapsi in *AB* superficiem, in lineam modo incidisse ponantur, adeoque tanquam in speculum planum incidunt, a quo repercussi sub æqualibus angulis, ferentur in *PV*, *QV*. Spectator positus in *V* lumen hoc recipiet, quod debile erit; dum *QP* tantum lineola reflectens sit; aliud autem lumen ad latera hujus in superficiem reliquam illapsam, aliorum quam ad *V* reflectatur. Apparebit autem in *V* objectum lucens in hoc speculo *PQ* sub eadem altitudine supra horizontem, ac est Sol *SR*, & sub eadem longitudine cum *SR*, per §. 1038. non vero sub pari latitudine, quia *PQ* tantum est linea reflectens.

§. 1301. Si igitur Spectator fuerit in  $\alpha$ , ejusque Zenith in  $\beta$ , atque anguli  $\lambda\alpha\beta$ ,  $\xi\alpha\beta$ , fuerint æquales angulis *ZVP*, *ZVQ* (*Tab. 16. Fig. 7. 8. 10.*) figuræ 7. apparebit ipsi in  $\alpha$ , ob radios a speculis undequaque repercussos; annulus albus  $\kappa\lambda\mu\nu$ , ejusdem altitudinis supra horizontem cum Sole  $\gamma$ , & paris latitudinis cum ejus diametro.

§. 1302. Sol quoque radios *SP*, *RQ* (*Tab. 16. Fig. 7.*) vibrat, qui pellucidum corticem spiculi ingressi, refringuntur ad *PT*, *QX*, in substantia hac glaciale; exeuntes vero ad *TX*, in Aerem ferantur in rectis *TY*, *XY*, parallelis prioribus *SP*, *RQ*, & quia crassities *PT* est admodum exigua, Spectator positus in *Y* hos radios non judicabit ex altius collocato objecto venire, quam est *RS*. Non autem ad Spectatorem positum in *Y* tantum radii illapsi in lineolam *PQ* ferentur, sed quoque alii vicinarum lineolarum. Cumque omnes refringantur exeundo ex *TX* & vicina superficie, in suos colores separabuntur, quorum plurimi supra se cadentes, priusquam candorem exhibebunt: per §. 931. alii nimis ad latera delati suos colores retinere videbuntur.

§. 1303. Si conceperimus hæc spicula in circulo albo quem modo explicui in §. 1299. liquet ad Spectatorem in  $\alpha$  positum, multos ejusmodi delatum iri radios per spicula transmissos, quæ inter ipsum & Solem  $\gamma$  posita sunt, datumque iri aliquem locum, in quo spicula copiosissimam lucem refractam ad Spectatorem mittent, quæ efficiet, ut spurius Sol in  $\nu$  &  $\kappa$ , in circulo hoc albo appareat: cumque vicina spicula semper eo pauciores lucem, hoc modo transeuntem, ad locum  $\alpha$  dimittant, quo magis remota a Sole  $\gamma$  fuerint, idcirco fulgens cauda Parhelii  $\nu$  &  $\kappa$  adherere videbitur, sed circulo albo inclusa; atque ob laterales radios, in colores refractos, Parhelii & caudæ cum limbis coloratis conspiciuntur, caudæque a parte posteriori minus fulgebunt, exporrectæ ad  $\frac{1}{2}$  partem circuli a Sole  $\gamma$ .

§. 1304. Si Solis radii OM (Tab. 16. Fig. 9.) deferantur in plano AB, qui recta ad K perrexissent, hi refracti ferrentur in spiculo, ejusque plano BC, ad P; ab ejus autem posteriori puncto P reperiuntur, ferentur in plano CD ad G, exeuntesque ex speculo, & refracti ex G ad F, in plano ED movebuntur. In his delati planis, ducta parallela HF ad latus speculi DG, pervenient ad F, sub eodem angulo HFG, ac si directe a puncto K reperiuntur fuissent, adeoque sub eodem angulo, ac in spiculum inciderunt.

§. 1305. Concipiantur iterum spicula in circulo albo; radii ex Sole  $\gamma$  (Tab. 16. Fig. 8. 10.) emissi, ad Spicula  $\lambda$  &  $\mu$  refracti bis, & semel reflexi, pervenient sub angulo  $\lambda\alpha\delta$  ad spectatorem in  $\alpha$ , & quidem copiosi: quamobrem hic iterum apparebunt in  $\lambda$  &  $\mu$  Parhelii, quamvis minus fulgentes prioribus, quia etiam a postica parte spiculorum multi radii reperiuntur, nihilominus multi quoque transeunt: & ideo eorum caudæ adeo debiles erunt, ut discerni nequeant.

§. 1306. Spiculorum inferiori parti guttula globosa BEB (Tab. 16. Fig. 7.) adhæret, per quam lux transiens, annulos coloratos format FG, HK, LM, veluti vidimus in globis fieri, qui Halones produunt §. 1289. Hæ proinde similes spectandos præbent annulos coloribus Iridis tintos,  $\delta i$ ,  $\mu \nu \delta$  fig. 8. qui solem  $\gamma$  cingent, & vel simplices, pluresque numero erunt, positique in alio plano, nempe quod perpendiculare est ad rectam, inter Solis centrum & Spectatorem ductam.

§. 1307. Si Aeris motus hæc spicula quiescere non sinat, sed latera tantillum moveat, remittatque, continuo fulgor Parheliörum mutabitur: quamobrem quasi in perpetuo labore constituti apparebunt. Qui plura & subtiliora desiderat, adeat Nob. Hugenii Dissertationem de Coronis & Parheliis, & Cl. Smith Opt. B. 2. G. xi.

§. 1308. Circa Lunam quoque apparent *Paraselenæ*, cum similibus caudis, & circulis coloratis, quos in Parheliis dari memoravi. Horum omnium causa procul dubio similis est illi Parheliörum, eruntque phænomena eodem modo explicanda.

§. 1309. Sol aliquando e nubibus emittere videtur *Virgas*, ulque ad Terram exporrectas, coniformes, prope Terram latissimas; plerumque conspiciuntur post meridiem, calore prægresso. Dantur cum Nubes spectatori Solem eripit, per angusta autem Nubium aliarum foramina radii tenues distantesque ad Terram diriguntur, qui adscendentibus occurrentes vaporibus, & lateraliter conspecti, Visum fortius afficiunt: veluti cum Sol in aliquem clausum locum infusus est, videmus corpuscula minima in adversum ferri, alia sursum, alia deorsum, varie concursantia; a latere autem radii inspecti, qui a corpusculis reflectuntur, sub forma ejusmodi virgarum apparent.

## C A P. XL

*De Meteoris Igneis.*

§. 1310. **A**bsolutis præcipuis Meteoris Aqueis ad Ignea accedamus. Cavendum autem hic solicite, ne fulgentia & non ignita cum ardentibus confundamus, dantur enim splendentia, veluti sunt Parhelia, & Halo, quæ fortius Visum feriunt Ignitis: immo Nubes interdum Lunæ lucem fortius reperiunt, magisque ardere ita videntur, quam nonnullæ Auroræ Boreales. Cavendum quoque, ne cum meteoris his confundamus Crepuscula matutina & vespertina, tractus luminosos Viæ Lactææ, aut Lumen Zodiaci a Cassino observatum, & a Mairano egregie descriptum.

§. 1311. Ignea Meteora vel languidum lumen emittunt, ita ut potius splendentia sint: vel lumen clarum vibrant, & ardent. Ad priora Auroræ Boreales cum suis speciebus

bus pertinent: ad posteriora, Fulmina, Fulgura & alia similia. Sublustria prius examinemus.

§. 1312. Antiquitas Luminaribus varia nomina, figuræ eorum convenientia, indidit, curatius ad hæc, quam ad eorum causam attendens. Omnium quamvis similis materia esse potuerit, forsitan tamen insigni distincta fuit discrimine, propter ubertatem variarum Terrestrium Exhalationum, quæ incensæ fulgere possunt. *Trabs* vocabatur, cum lumen oblongum horizonti parallelum apparebat. *Sagitta* habet formam Trabis, sed in cuspidem desinit. *Facis* quolibet situ positum lumen in latius extremum desinit. *Capra saltans* audiebat, cum lumen vi venti varias induit formas, nunc interruptitur, nunc integrum apparet. *Bortynoe*, cum velut a corona cingente introrsus ingens recessus est, similis effossæ in orbem speluncæ. *Pithia*, cum lumen simile vasto rotundoque dolio fertur, vel disflagrare videtur.

§. 1313. Postquam hoc seculo Auroræ Boreales ob frequentiam melius cognosci cæperunt, incidi in suspensionem, an non memorata luminaria in §. 1312. Aurorarum species forent: cum aliquoties in cælo Nubes observaverim, placido lumine fulgentes, diversæque formæ, quibus antiqua nomina optime conveniebant? erant autem hæc ad Auroras referendæ, uti 1. Ex earum lumine colligebam. 2. Quia ex plaga Borea adventabant, aut in ea conspiciebantur. 3. Quoniam aliquæ, postquam placide fulserant, columnas ex se emittere cæperunt, veluti Auroræ solent. Ejusmodi Nubes non adeo facile a reliquis distinguuntur, nisi quis fuerit Auroris Borealibus observandis assuetus, attenderitque, an non a Sole, vel a Luna illustrentur. Possunt igitur Auroræ Boreales in duas dividi species, nempe in placidas, & in coruscantes: ad placidas meteora, superius in §. 1312. memorata, referenda erunt; ut & ista Aurora, quæ 9. Octobris Anni 1730. conspecta fuit a Cl. Cassino & Mairano in Gallia, hæc absque columnis & jactibus, horizontaliter extenta a Septemtrione versus Meridiem, quæ in medio fracta, in duo ovata luminaria abiit (a)

§. 1314. *Aurora Borealis coruscans* alteram luminarium constituit speciem. Hæc est, quæ vulgo *Aurora Borealis*, *Lucula Borealis*, *Syrmata* & *Coruscationes Boreales*, pha-

(a) L' Hist. de l' Acad. Roy. An. 1730.

*Pharus*, *Noordelicht* Belgice appellatur. Non est Meteorum novum, sed ab antiquissimis usque temporibus cognitum, descriptumque ab Aristotele (a), Plinio (b), Seneca (c), aliisque deinceps; ejus optimum catalogum Cl. Frobescius conscripsit (d): verum infrequens in cultiori, & a Polo boreo aliquantum remotiori Europæ parte; post annum 1716. in Belgio creberrime fulgere cœpit. Quamvis in locis Septemtrionalibus sit frequentissimum, nihilominus constat ex observationibus Cl. Burmanni & Celli, in Suecia Auroras fulgentiores olim fuisse insolitas, adeo ut hic Astronomus post annum 1716. incitatus ad eas observandas, ab eo tempore ultra 316. in Suecia conspectas collegerit (e). Frequentissime etiam visæ sunt in Britannia & Germania, rarius in Gallia, rarissime in Italia: nam ante annum 1722, vix alicui quædam apparuit, & ab eo tempore Bononiæ bis terve tantum, adeo ut oppido rarum in Italia phenomenon habeatur, id Commentariis Bononiensibus testantibus (f), cum Aurora anni 1727. fuerit prima, quæ in Italia sub Astronomi observatione post hominum memoriam ceciderit: idcirco Cl. Polenus, Bosellinus, Baldinus, Zanottus, magna accurate Auroram Anni 1737 observaverunt & descripserunt (g).

§. 1315. Non semper eadem apparitiones, sed diversæ Auroram Borealem concomitantur. Plerumque hoc modo se habent. In plaga Cæli Borea, quæ aut versus Septentrionem est, aut ab eo se usque ad Ortum, vel ab altera parte usque ad Occasum extendit, apparet Nubes, quæ aut jacet in horizonte, vel ad paucos gradus, raro ad 40, supra eum elevata, usque ad illum tamen sæpe exporrigitur. Vel est Nubes ad horizontem separata, ita ut inter eam atque horizontem cælum cæruleum conspiciatur: quoad longitudinem, partem horizontis variam occupat, a 5 & 9 gradibus usque ad 100 & ultra. Nubes hæc est alba, parum lucida, sæpius spissa & atra: ejus superior limbus horizonti parallelus est: interdum tamen in formam arcus gibbosus est, adeo ut sit

O 3

in-

- (a) *Meteorologic. L. 1. c. 4. 5.* (b) *Histor. Nat. Lib. 2. c. 26.*  
 (c) *Quæst. Nat. Lib. 1. Cap. 15.* (d) *Nova & Antiqua*  
*Auroræ Bor. Spectacula.* (e) *Observationes de Lumine*  
*Boreali.* (f) *Comment. Bonon. p. 285.*  
 (g) *Poleni Sopra l'Aurore Boreale.*

instar orbicularis disci, supra horizontem aliquantum adscendentis. Nonnunquam margini supremo atræ nubis adhæret limbus latus, concentricus, albus, sive lucidior: imo & inferiori margini Nubis nigræ limbus lucidus adhærere observatus est, nisi fuerint ambo limbi clari duarum atrarum Nubium, a se distantium, & quarum una altius sopra horizontem adscendit altera, veluti ex aliis observationibus (a) colligendum videtur.

Pars atra Nubis aliquando in albam, lucentemque conversa fuit, postquam aliquamdiu arserat Aurorâ, plurimasque vibrarat coruscantes virgas: sed & rediisse ad priorem opacitatem quoque observata fuit. Clarius lucet Cælum supra limbum Nubis supremum, sed hæc claritas continuo mutatur, nunc aucta, nunc minuta.

§. 1316. Ex limbo supremo jactus excutiuntur copiosiores parciorese, sibi propinqui, aut aliquot gradibus distantes, admodum lucentes, ac si liquor fulgens cum summo impetu ex fonte elideretur. Jactus est parum lucidi fumidique ignis, tamen qua parte ex limbo exit, fulgentissimus & angustissimus est, rarior sit, minus fulgens, & latior, quo ab origine plus recedit; fulgorem sequitur minus lucens, fumique instar, materia ex eodem limbi loco; quam mox subsequitur iterum fulgentior, ac si ex fontis fistula expelleretur Aqua, cui hinc inde interspersus foret Aer, æquabilem Aquæ jactum turbans; perniciosissima rapiditate luminosa hæc materia exploditur. Aliquando ex latiori apertura assurgit Columna lucida, lente, æquabili motu, in progressu latior, sibi cohærens, nec limbam Nubis deferens, quæ 10, 20 M" & ultra perstat, cum viderim aliquas perdurasse 4 vel 5 Minutis; sed hoc infolentius, veluti & illæ, quæ basi latiori adhærent Nubi, & apice attenuato sursum adscendunt. Sunt quoque columnæ, quæ simulac ex limbo exiverunt, non videntur, sed postquam aliquousque progressæ sunt; hæc cum limbo non cohærent, sed ex Aere sereno prognatæ apparent. Stant Columnæ perpendiculares ad horizontem, aliæ obliquæ, aliæ formam arcus induunt, aliæ quasi ex centro orbicularis Nubis vibrantur. Sunt variæ longitudinis, cum aliquando tantum ad 4 vel 5 gradus e limbo Nubis assurgunt. Si cum rapiditate exierint, interdum usque ad Zenith Observatoris pergunt; Si rapidissime explodantur, ultra



ultra Zenith transeunt, imo usque ad horizontem meridionalem. Non semper ex Nube directe ad Zenith ascendant, sed quoque ad latera feruntur, præcipue si in plaga, inter Septentrionem & Ortum vel Occasum media, nubes lucifera suspensa sit. Observatus fuit a Cl. Kirchio locus, ad quem columnæ concurrabant, qui 29 gradibus a Zenith ad Austrum declinabat. Columnæ lucidæ lucem albam, rubescentem, sanguineamve continent; promotarum color in decursu interdum mutatur, ut Iridem referat. Cum quædam ex diversis limbi plagis emissæ sibi in Zenith occurrunt, secum permiscuntur, partibus se penetrantibus, dividantibus, qualibet directione circa se convolutis, tum Nubeculam spissiore formant, quæ mox ab omni parte incensa, vehementius quam ante ardet, lumenque spargit viride, cæruleum, purpureum. Hæc illico locum relinquens sub forma claræ Nubis ad plagam Cæli australem se recipit. Observata quoque fuit a Cl. Halleyo (a) & Mairano (b) aliquamdiu permanens, & formam sphericæ fornix, in medio perforatæ, induisse. Columnæ novæ aliquando præcedentes & evanidas cito subsequuntur, nonnunquam aliquot minutis fomes quasi languet, antequam novas progignit. Columnæ lucidæ adeo raræ sunt, ut per eas Stellæ primæ & secundæ magnitudinis transparent: hæc quoque sæpe videri possunt trans Nubis limbum album, imo visæ fuerunt trans Nubem nigram, quamquam hoc rarius. Columnæ sæpe insensibiliter quasi in Cælo desinunt vel dissipantur, adeo ut id a parte meridionali serenum maneat: quandoque tamen in iis locis, ubi desisse columnæ videbantur, aliæ inopinato eruperunt. Interdum in Nubeculas lucentes abeunt, quæ a plaga quadam Septentrionali ad Meridionalem provolvuntur, ideo postquam aliquamdiu duravit Meteorum, Cæli magna pars Nubibus raris completur.

§. 1317. Interdum ex Nube, lucis fomite, rapidissime lucens materia, rarissima, exploditur, ita ut nec Stellæ sextæ magnitudinis intercipiat, hæc materia intervallis æqualibus nunc lucens, nunc exstincta; se habet, ac si in Undarum forma proveheretur, in descensu lucentium, in ascensu opacarum. An non hæc Veteribus *Capra sal-*

O 4

(a) *Philos. Transf. N. 347.*

(b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1726.*

*saltem* vidi hanc in latissima quasi plaga, recta directione, & ultra Zenith procul delatam. Vidi quoque a limbo lucentis Nubis abruptas fuisse Nubeculas lucidas, a Septemtrione ad Austrum delatas, nec lumen vibrantes.

§. 1318. Non semper coruscantes columnæ ex Nube expelli videntur; quippe contingit, ut horizon, qua late patet, tantum ardens luce clarissima appareat, atque ex hac luce subinde breves fulgentiores columnæ exeant. Forsitan tum Nubes, lucis fomes, infra horizontem aliquantum suspenditur, aut est adeo exigua & rara, ut discerni oculis nequeat.

§. 1319. Hoc Meteoron aliquando per integram noctem perstat, imo duabus, tribus, pluribusve noctibus sequentibus crebro apparet: sunt & Auroræ paucorum tantum minorum.

§. 1320. Aliquando observatur nonnunquam in loco, cum in vicino, paucis miliaribus distante, non appareat: aliquando tanta adest copia, ut eodem tempore fere in universa Europa conspiciatur, veluti fuit Aurora Borealis anni 1716. Martii 17., tum 1726. Octobris 19, tum 1729. Novembris 16, quam Eruditissimus Weidlerus elegantissime descripsit (a). Attamen in variis regionibus tum se spectandam dat cum admodum discrepantibus phænomenis.

§. 1321. Nubes, quæ est Auroræ Borealis fomes, sæpissime multis horis immutata perstat, nec altius adscendit supra horizontem, nec descendit: nonnunquam tamen a Septemtrione ad Ortum, vel ad Occasum aliquantum movetur: imo successu temporis interdum utrimque se extendit, tum plures ab omni parte emittit columnas. Observata quoque fuit adscendisse supra horizontem, & in Nubem albam lucentemque conversa. Verum in Lapponia & Moscovia hæc Aurora cum aliis conspicitur phænomenis, & æque cæli plagam Meridionalem, quam Septemtrionalem occupat, veluti eleganter Diligentissimus Maupertuisius (b), tum Cl. Delisle observaverunt (c).

§. 1322. Aurora hæc observatur, vel Cælo existente ab omni parte, (Septemtrione excepto) sereno & caruleo, vel hinc inde cum Nubibus. Nunquam vidi Auroram, cælo penitus Nubibus obducto, sed quidem brevi, postquam fulserat, Nubes totum Cælum texisse. Apparet quo.

(a) *Commentario de Aurora Boreali*. (b) *Figure de la Terre*.  
(c) *Memoires pour servir*.

quoque vento fere silente, aut modo primi impetus; minus frequens est flante vento secundi impetus, rarissime datur, vento furente; vidi tamen Anno 1728. Martii 30. & Anno 1733. Decembris 23, cum ventus erat quarti gradus, quem rapidissimum supputo. Observavi Auroras fulsisse spirantibus ventis ex omni plaga. Omnibus anni temporibus quoque Ultrajecti conspectæ fuerunt.

§. 1323. Auroras has quoque indiscriminatim præcedunt omnis generis venti, placidi, vehementiores: tempestates frigida, calida, humida & sicca; adeo ut ex his nullum præsagium de adventu Auroræ capi possit. Tempestates, quæ sequuntur, sunt etiam serena & pluviosa, venti qualescunque, lenes & fortes, frigus & calor: quamobrem mutationem certam Atmosphæræ non inducunt, nec morbos; nec causa asperioris Hyemis existunt, cum post eas mitiores brumæ quoque fuerint; nec instantia mala minantur, uti recte Cl. Bosellinus evicit.

§. 1324. Aurora Borealis in Atmosphæra Telluris existit, 1. Quia sub forma nubis apparet, similis reliquis Nubibus Atmosphæræ. 2. Quia Nubes coruscans plurimum horarum, imo dierum spatio, ad eandem altitudinem supra horizontem sæpe perstat, adeoque simul cum reliqua Atmosphæra & Terra, circa hujus aximolvebatur. 3. Quia nonnumquam Aurora in duobus locis, non multum distantis, non videtur simul.

§. 1325. Quantæ sit altitudinis supra Terræ superficiem, determinare hucusque nemo potuit; eximii licet Mathematici regulas in hunc finem tradere cœperint (a): certum enim non est, idem esse Lumen, & unius loci, quod per universam Europam fulsit, & Annis 1716, 1726, 1729, observatum fuit, ita ut ex altitudine nubis coruscantis in variis regionibus observatæ, parallaxis tuto determinetur, & ex hac altitudo.

§. 1326. Materia Auroræ est ejus indolis, ut incendi possit, incensaque fulgeat languida luce, & rara maneat; nam Stellæ trans ipsam conspiciuntur. Ecquis hanc absque summa temeritate determinabit? Cum Chemia innumeras fere materias inflammabiles, Phosphoreasve supeditet (b), a Natura in Terræ gremio multo plures di-

(a) *Comment. Petropol. T. 1. p. 565. L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1731.* (b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1711. 1714. 1715. 1728. 1736. Hooke Phil. Exp. p. 174.*

diversissimasque concludat, quæ nondum Artis objectum evaserunt. Videtur materia hæc ex Terræ plaga Septentrionali exspirare, nunc copiosius quam ante annum 1716. quia fomes ejus a Terræ motu apertus erit; unde eo consumto, forsitan seculis multis hæ Auroræ silebunt. Elevatur perspiratum hoc in altum, componens Nubem unam, pluresque, quæ supra varias regiones feruntur, nec accenduntur, priusquam alteri occurrerint materiæ, quacum effervescentia calida & ignivoma effervescunt, quales plurimas nostris temporibus ars detexit. Si igitur ope Ventis Aquilonaris Nubes, ex materia Auroræ constans, e Septentrione, natali quasi solo, ad alias regiones deferatur, atque occurrat exhalationibus per Aerem dispersis, quibus cum effervesce possit, ea sui parte, qua exhalationibus occurrit, accendetur, hoc est in parte Australi; quam obrem a spectatore australius posito videri poterit ardere, hujusque respectu lumen in plaga Septentrionali, & phænomenon Boreum erit. Quoniam exhalationes non prius accenduntur, quam cum aliquantum permixtæ secum fuerint, & Nubes a parte Borea, longo extenta tractu, plus resistit, quam a parte Australi, in cujus superficie, vel saltem anteriori parte, permixtio contingit; explosio effervescens & incensæ materiæ fiet ab hac parte: adeoque a Septentrione ad Austrum, variisque directionibus, nunc sursum perpendiculariter, nunc parallele ad horizontem, nunc infra soli parallelismum; hinc ab erumpente materia, portas sibi parante, columnæ sive virgæ lucidæ, earumque situs varius respectu horizontis, ac directiones utcumque ad Zenith spectatoris. Prout quoque alterius generis exhalationes cum effervescentibus simul permiscuntur, color virgarum differet; nunc albam hæ referent lucem, nunc rosei coloris, nunc rubri, nunc flavescens. Et an non Nubes Aurorifera horizontis respectu, aliquandiu immobilis stare poterit, si æquali vi a Borea prematur ad Australem quamcunque plagam, quam exhalationes Aeris ope Australis alicujus venti ad ipsam pelluntur? Videntur plurima phænomena hoc modo facillime posse explicari ex fontibus, qui a veritate forte non præcul aberunt. Plurima alia Auroram spectantia, egregie in elaboratissimo opere inclutus Mathematicus Mairanus (1) exposuit. 1. Qui autem ad

(1) De Aurora Boreali, singulis modum, & erudite inter ceteros que ejus phænomenis ingeniose ad- commentatus est Mairanus, cum in Mo-

ad Sulphur tantum & Nitrum, tanquam causas Aurorarum hic confugiunt, vix ad diversissimas inflammabiles materias, quæ in Atmosphæra hærent, videntur attendisse. 2. Quæ accensæ alia phænomena suscitant, quam Sulphur; hujus enim flamma a lumine Auroræ prorsus diversa est. 3. Quare tum quoque non æque frequentes Auroræ Meridionales quam Septentrionales contingunt, cum Italia & Meridionalia loca, ut & ardentes montes plurimum Sulphuris expirent. Meridionales autem Auroras rarissime hucusque in Belgio, Germania & Gallia conspeximus, quæ tamen minus insolentes in Lapponia & Moscovia sunt: apparuerunt tamen Annis 1704. (a) 1734. (b) 1741. Præstabit sedulo attendisse ad Auroras, forte enim materia, aliquo tempore ex cælo decidua, examini subjicietur; vel ars similem præparabit, ex qua cognoscetur, aut ipse locus natalis in Terræ superficie eruetur: non abludentem materiam Vetterus lacus in Suecia eructat (c).

§. 1327.

- (a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1705.*  
 (b) *Weidlerus de Meteoro lucido singulari.*  
 (c) *Philos. Transf. N. 298.*

Monum. Regiæ Scientiarum Academiæ Paris. A. 1731. tum edito duobus post annis opusculo *Traité Physique, & Historique de l'Aurore Boreale*. Præstat hic in tironum nostrorum gratiam, quæ de hujus phænomeni causa, est Viri Clarissimi opinio, paucis declarare. Id ut clare fiat, nonnulla in antecessum de Zodiacali luce sunt delibanda. Est vero Zodiacalis lux quedam in cælo claritas, quæ albore suo & pelluciditate galaxiam æquat, imo & identidem superat, minutissimas stellas dilucide per ejus complexum exhibens: lanceæ vel pyramidis figuram habet, cujus apex & axis in Zodiaco perpetuo versantur, ut inde Zodiacalis lucis nomen sortita fuerit, basim vero habet versus horizontem. Frequentius Vere, Autumno, & Hyemis initio ante Solis ortum vel post ejus occasum conspicitur, raro alijs anni tempestatibus: Ejus claror vel crepusculi, vel Lunæ luce facile intercipitur, tumque omnino oculis

subripitur. Novum hoc luminis phænomenon Veteribus ignotum, Dominico Cassino celeberrimo Astronomo acceptum referri debet, cum is omnium primus illud Parisiis observaverit die 18. Martij A. 1683, cujus observationes videlicet in Actis Eruditorum Lipsiæ ejusdem anni. Idem deinceps phænomenon An. 1684, 85, 86. Genevæ observatum est Factio de Duillier, tum Kirchio & Eimmartio in Germania An. 1688, 89, 91, 93, 94, aliisque porro; ita ut modo de phænomeni existentia nullum est Viris doctis dubium. Convenit etiam inter omnes Zodiacale lumen ipsam esse Solis Atmosphæram, seu, quæ Solem procul omni dubio perpetuo ambit tenuissima, fluida, & rara materia, vel ex se ipsa lucida, vel Solis radiis illustrata. Hæc quidem indefinenter Solem comitatur, at non semper ejus claror conspicuus nobis est, cum ejusmodi esse possint circumstantiæ, quibus oculis subripiatur: Zodiac.

§. 1327. Sæpe exiguus globus, ignitus, clara luce fulgens, per Atmosphæram cælo sereno ire & abduci, imò & in Terram decidere videtur, qui quum magnitudine appa-

diacalis luminis longitudo & latitudo identidem mutantur; tumque maxime conspicuum est, vel in media crepusculi luce, cum eæ dimensiones plurimum creverint.

Ex indubiis vero observationibus tantam esse posse hujus luminis longitudinem arbitratur Mairanus, ut ad Telluris orbitam quandoque pertingat. In tanta vero ejus a Sole distantia cum diminuta valde sit ejusdem vis centripeta versus Solem, plurimum præterea aucta sit ejus ad Tellurem gravitas, Telluris Atmosphæram ingrediatur id lumen necesse est, ad Telluris usque superficiem accessurum, nisi aeris nostri majori gravitate specifica cohiberetur. In ea ergo Atmosphære altitudine sistetur id lumen, ubi aer eandem cum ipsa habet specificam gravitatem, vel ejusmodi partium cohæsionem habet, quæ ejus luminis utut gravioris vi & pressu vinci haud possit. Sed verosimile valde est materiam hujus luminis, quemadmodum & Atmosphærici nostri aeris, multiplicem figuram, magnitudinem, texturam, ac densitatem in suis partibus obtinere; quamobrem ejus non eadem erit altitudo in nostra Atmosphæra; in hac ergo si varia strata, vel concentricas superficies imagineris, in harum singulis diffusam esse oportet luminis Zodiacalis materiam: ex hac vero ita diffusa materia Auroras Boreales suam trahere originem arbitratur Mairanus. Ejus scilicet luminis crassiores, densioresque partes ceteris altius in Atmosphæram descendunt; cumque ob densitatem minus sint inflammabiles, obscuram eam nubem efformare aptæ sunt, quæ est Auroræ Borealis veluti basis: ex quibus etiam eas densas nebulas, transparentes, evanidas, huc illucque sparsas, variis figuris, & vario situ donatas, quæ conspici in

Aurora Boreali solent, mutuatur Mairanus. Leviores vero, rarioreque ejus luminis partes, quæ superiora Atmosphære strata occupant, quæque vel ex se inflammatae sunt, vel aeris particularum mixtione, fermentationeque luminosæ evadunt, Auroræ Borealis omne lumen efformant. Ex quibus demum principiis reliqua Auroræ Borealis phænomena acute quidem & eleganter derivantur Viro Clarissimo.

Qua vero ratione fiat, ut Aurora Borealis Septentrionalem plagam plerumque occupet, non melius explicari posse putat Mairanus, quam ut in ejus systemate. Et quidem si hujus phænomeni materia ab terrestribus exhalatis suam traheret originem, ut communis fert opinio, nulla esse potest causa, qua eorum tanta copia in Boreali modo plaga reperiatur, non vero per totam Atmosphæram diffusa. Et in hypothesi quod tellus una cum sua Atmosphæra diurna revolutione circa suum axem feratur, quemadmodum ex majori partium sub Æquatore revolvendum vi centrifuga, elevationem ibi factam esse telluris superficiem arbitrantur Newtonus, & Hugenius, quid ni etiam & ob eandem vim centrifugam exhalatorum terrestrium major cumulus esse debeat in Zona torrida, quam in Septentrionali plaga? quamobrem nil est cur non sub Æquatore potius, quam alibi Auroræ appareant. At si hujus phænomeni materia aliunde ad Atmosphæram telluris accedat, ut arbitratur Mairanus, nullo negotio intelligitur, cur ejus major esse debeat copia versus Polos: hæc quippe materia indiscriminatim omnibus Atmosphære terrestres partibus occurrit, & per eas singulas in Atmosphæram penetrare apta quidem ex se esset; verum cum sub Æquatore

apparenti Stellam referat, *Stella cadens, transcurrents, transvolans, transversa* appellatur: plerumque vere & autumno observatur, & tantum noctu, quia cum abscondit diurni luminis claritas: credere enim par est, non pauciores interdiu præcipites labi, quam noctu (a). Cum locus Terræ, in quem cecidit, invenitur, superstes ejus materia est tenax, glutinosa, ex albo flavescent, nigris & exiguis maculis distincta, ex qua omne inflammabile consumtum est, notante Fluddo & Brussæo (b). Percurrit hic ignis eos Atmosphæræ tractus, in quibus inflammabilis materia natat, pendetve. Ars ejusmodi Stellæ imitatur, si Camphora cum Nitro, limoque terrestri, vino vel ejus spiritu irrigua, in formam globi compingatur: hic globus incensus projectusque per Aera, Stellam cadentem, cum simili residua tenaci sæpe perfecte refert. Sunt hujusmodi producta, & similia alia inflammabilia in Atmosphæra.

§. 1328. *Castor & Pollux* vocantur exiguae flammulae, sæviente tempestate ad aplustria, ad funes, partesve quasvis navis exstantes observatae, sæpe una, binæ, pluresque simul conspiciuntur. Tradunt Nautæ, tenellos ludentesque esse pisciculos, qui cum fluctibus in spumam collisis, atque in altum excussis, ad quaslibet navium exstantes partes jaciuntur, iisque adhærent, & lucent, quamdiu vivunt. Fabula est, unam malum esse omen, binas

(a) *Gassendus in Physic. §. 3. L. 3. C. 7.*

(b) *Gassendus l. c.*

tore aer majorem in revolutione diurna circulum describat, majorique adeo centrifuga vi præ ceteris polleat, magis renitatur necesse est adversus Zodiacalis luminis materiam, quam idcirco versus laterales partes propellet, ubi hæc vis centrifuga successive minore vadit, ut in polis nulla omnino sit. Hinc ergo liquet majori copia versus polos hanc circumfluentem materiam, in polaribus regionibus frequentius Auroras gignere; cum vero, quæ Boreales tantum regiones spectant, conspicuæ nobis sint, Boreales idcirco Auroræ vulgo dictæ sunt. Aer præterea Atmosphæricus in regionibus

polaribus densior graviorque est, ob minorem ejus vim centrifugam, tum minorem ibi Solis aerem rarefacientis actionem; quapropter aptior ibi est colligendis, conservandisque luminis Zodiacalis partibus.

Ex motu vero telluris in Ecliptica fieri putat Mairanus, ut uno anni tempore Borealis telluris plaga, altero, Australis prius Solari Atmosphæræ occurrat, quam reliquæ telluris superficiei partes: indeque fieri ut modo versus Boream, modo versus Austrum frequentiores occurrant Auroræ, uti fufius declarat Vir Cl. *laudati Traß. Sect. 3. c. 2.*

binas flammulas bonum portendere, & brevi cessaturam procellam (a).

§. 1329. *Ambulones* sunt ignes fatui exigui, figuræ rotundæ, magnitudine flammam candelæ referentes, interdum tamen latiores, & quidem uti virgultorum incescæ faeces, clariorem aliquando lucem cereis spargentes, aliquando obscuriorem, purpuream: cominus inspecti ignes minus fulgent, quam eminus; errant hinc inde in Aere, non procul a Terræ superficie; frequentes sunt in locis pinguibus, uliginosis, paludosis, arundinetis, cœmeteriis, prope patibula, fimeta: plerumque æstate & sub initium autumnii apparent; sed in agro Bononiensi per universum annum nocte opaca visuntur: ibi enim hyeme frigida, & cum solum nive tectum est, copiosiores sunt, quam æstate calidissima: hyeme quoque observantur, quos in Provincia oppido Rogono videri tradit Gassendus (b). Apparent frequentiores in regionibus calidis quam frigidis; in Italia prope Bononiam copiosi, maximique (c); nonnunquam subito evanescent, mox in alio loco resplendent, plerumque ad altitudinem sex pedum a solo natantes, nunc se explicant, mox se contrahunt, nunc instar undarum delati scintillis pluunt igneis, nihil incendunt; sequuntur fugientes, præcedunt insequentes; capti aliqui observati fuerunt constare ex materia lucente, viscosa, & lubrica, instar spermatis ranarum, nec calida, nec urente, sed tantum lucente, adeo ut videatur esse materia phosphorea ex putrefactis plantis, cadaveribusque ardore Solis præparata, elevata; vespertino frigore condensata lucensque; non tamen opinor omnium materiam esse eandem, haud dubie enim Bononienses a Belgicis differunt. Fabulosum est, hujusmodi ignes esse cacodæmones, animas errantes, aut ipsos malignitate Itineratores in devia abducere, aut in fossas paludesque præcipitare, veluti aliqui nugati sunt Philosophi.

Huc referendum est alterum genus Ambulorum, quod *Ambulones incendiarios* voco, quia non tantum lucent, ut priores, sed paleatia, tecta straminea, & ædes incendunt, quales olim in Germania, (d) hoc seculo

(a) *Plinius H. N. L. 2. C. 37. Cardanus de subtilit. L. 2. p. 96.*

(b) *Physicæ L. 2. Sect. 3. Cap. 7. (c) Philos. Trans. N. 411.*

(d) *Tacitus Lib. XIII. Annalium.*



lo in Holfatia (a), & in Italia (b) exstiterunt. Hi aliquando rotundæ figuræ, & disci lunaris, nunc funalis, nunc minimæ faculæ magnitudinem habuerunt: alii insistant, alii quacunque directione feruntur, nunc lentius, nunc celerius, non tamen homine corrente rapidiores: a Cl. Ripa observati in Agro Tarvisino, & pulcre descripti.

§. 1330. *Ignis lambens* vocatur, qui aliquando puerorum (c), adultorumque capillis (d), & Equorum júbis adhærere conspicitur: sunt hi ignes tantum verus Phosphorus, qualem Ars ex partibus animalium præparat; qui ex corpore una cum sudore expirans, capillis, fronti, aliisque corporis partibus adhæret, & frictis capillis, veluti pectinando fieri solet, accenditur; ideo etiam operariorum scætida indusia fricata lucent. Hastarum ferro pinguedine unctæ adhærere quoque dicitur (e), aut pilis (f); foret autem hic a priori diversus, Igniculus errans modo est, qui ab oleosa materia, qua hasta unctæ fuit, allectus, potius ad hastam accesserit, quam ut eam in libero Aere prætercurreret.

§. 1331. Nonnunquam in Aere noctu ingentes tractus luminosi apparent, subito ex uno in alterum locum delati, quos ignarus Meteorum esse judicaret: qui tantum a muscis, catervatim noctu volitantibus, Phosphori lucem ex omni parte corporis expirantibus, oriuntur; veluti in Italia observavit Scheuchserus, quodque ab Willugbejo & Rajo confirmatur.

§. 1332. Ad Meteora fulgentiora pertinet Bolis, Fulgur, Fulmen.

*Bolidem* appellamus globum ardentem magnum, rapidissime per Aerem delatum, plerumque aliquam caudam post se trahentem. Aristoteles *Capram* vocat. Sunt ejusmodi globi sæpe ingentes, Lunari enim magnitudine apparuisse tradunt veteres (g), Cassendus ipse aliquam diametri duplo majoris Lunari conspexit (h), qui *Facem* hoc Meteoron appellat. Kirchius ejusmodi bolidem Lipsiæ Anno 1686 vidit, cujus diameter semidiametrum Lunæ circiter æquabat; tantaque luce noctu Terram illustrabat, ut

ejus

- (a) *Kaschubii Elem. Physicæ.* (b) *Ripa Dissert. Meteorol.*  
 (c) *Livius L. 1. C. 39. Virgilius Aene. L. 2. (d) Car-*  
*danus L. 8. C. 43. Variet. Acta Phys. Med. vol. 3. Obs. 3.*  
 (e) *Seneca Q. n. L. 1. C. 1. (f) Plinius L. 2. C. 37.*  
 (g) *Seneca Qu. N. L. 1. C. 1. (h) Physica S. 3. L. 2. C. 7.*

ejus ope sine candelis legere potuisset, pedetentim evanuit: visa quoque fuit in oppido Schlaizia, undecim miliaribus Germanicis a Lipsia; unde, hanc Bolidem ad minimum altitudinem sex miliarium nostrorum habuisse, colligi potest: si miliaris longitudo 12000 pedum ponatur; diameter hujus ardentis Bolidis pedum 335 fuit, secundum aliorum calculum duplo major fuisset. Sed multo major fuit Bolis, quam Cl. Balbus Anno 1719. Bononiæ observavit (a), cujus diameter Lunæ plenæ par viso fuit, colore quasi ardentis Camphoræ; tantam quoque spargebat lucem, quanta Solis orientis esse solet, sic ut minima quæque, per terram passim dispersa, probe cerni potuerint: apparebant in ea quatuor voragines fumum expirantes, flammulæque ardentes plurimæ, quæ & globo insidebant. & foras emittebantur, cum cauda septies diametrum globi superante. Instituta comparatione altitudinis, quam bolis in variis locis habere visa fuit, constitit, eam nec minus 16000, nec plus 20000 passibus fuisse supra solum elevatam, & proinde ejus diametrum 356 decempedas æquasse. Super quæ loca transiit, odorem gravem Sulphuris sparsit, nec sine fragore diffiliit.

§. 1333. Contingit nonnunquam, ut cum ejusmodi Bolides desinunt, nubecula coloris cinerei in Aere remaneat (b): aliæ promoventur, aliæ stant, vel stare videntur aliquamdiu in eodem loco Atmosphæræ, veluti illæ fuerunt, quas Kirchius (c) & Wolfius (d) observaverunt: omnes tamen ita fulserunt, ut lumen Lunæ sua claritate multum superaverint.

§. 1334. Quoniam odorem Sulphuris in iis locis, super quæ transiit, spargit, vix dubitamus, quin Bolis fuerit Nubes e sulphureis potissimum, tum ex aliis inflammabilibus exhalationibus constata: quæ propter effervescentiam, quam occursum aliarum exhalationum conceperit, incensa fuit; ardens jam fluida materia in fluido Aere globosam figuram induit. Bolides nonnullæ quievisse observatæ fuerunt; cum nempe inflammabiles exhalationes in loco tranquillo, quo suspendebantur, non fuerunt propulsæ: vel cum procul a Spectatore natæ & ad ipsam pulsæ, utrum moveantur, an insistant, judicari nequit. Sed & Bolides aliæ

(a) *Comm. Bon. p. 285.* (b) *Whiston of a Surprizing. Meteor. An. 1717.* (c) *Ephemer. German. Cur. A. 1688.* (d) *Acta Lipsiens. An. 1707. p. 526.*

prærapida celeritate ferri observatæ sunt: quod duplici causa fieri potuit. 1. Quia inflammabilis materia in toto isto Aeris tractu suspendebatur, quem Bolis percurrit, cum materia successive incensa fuit, veluti in serie longa pyrii pulveris flamma ab uno ad alterum extremum decurrit: idcirco residui ab incendio cineres, pallidam cinereamque caudam, toto, quo Bolis decurrit, tractu, referent. 2. Vel quia Nubes sulphurea incensa, & quaquaversum expansa, projecta fuit a resistentia aliarum exhalationum in Aere hærentium, quibuscum effervescentia flammam conceperit. Prior tamen causa mihi probabilior videtur, cum Bolides longissimo itinere supra varias regiones cucurrerint: lucis claritas solidiorem materiam esse incensam, quæ copiosissimum ignem colligere potuit, arguit, qualis est ea Sulphuris, Oleorum & Vegetabilibus, cum permittis aliis Terrestribus, forte & salinis: color enim flammæ albus, non merum sulphur ardere, evidentissime probat. (1)

§. 1335. Ingens id Lumen, quod Cl. Montanarius Anno 1676. observavit Bolidis speciem fuisse vero simile est; id enim huic Mathematico, Bononiæ degenti, apparebat super mare Adriaticum tanquam ex Dalmatia venisse, transibat supra universam Italiam, in quibus autem verticale fuerat locis, audiebatur crepitans fragor; Ligurni insuper sonus tanquam explosarum ballistarum; & postquam transierat, Corsicum versus mare delatum, strepitus veluti a protractis super lapidea strata curribus sequebatur; hoc lumen velocissime promovebatur, 160 miliaribus Italicis intra horæ minutum.

§. 1336. Fulgur vocatur Flamma magna, admodum lucida, quaquaversum late explicita, repente in sublimi emicans, desinensque, ita ut momentanea tantum sit.

§. 1337. Fulgurat æque cælo sereno, ac conspicuis in eo aliquot Nubibus; rarissimum est Fulgur, nisi dies calidi præcesserint. Fulgurat absque Tonitru, sæpius ta-

Tom. II.

P

men

(1) Cl. Hallejus (*Philosoph. Trans.* num. 341.) ex ingenti Bolidum supra telluris superficiem altitudine difficulter se adduci ait, ut eorum materiam ex terrestribus exhalatis, aliorum Meteoron instar, suam putrabere originem: arbitratur potius tellurem cum in sua orbita circa

Solem volvitur, in aliquem extraneæ materiæ cumulum incidere, qui vel a Solis Atmosphæra, vel a Cometarum caudis, vel a Luna &c. effluunt, eumque ad mediam usque nostræ Atmosphære regionem attractum, sibi descriptorem ignium forma nobis se exhibere.

men hoc simul adest: absque eo vix ter quolibet anno Ultrajecti fulgurat: rarissimum est, si aliquid damni rebus Terrestribus adferat, cum in sublimi tantum hæc incendia fiant, nec longius profiliant.

§. 1338. Fulguris materia, quæ ignem profert, est Plantarum oleum, calore diurno attenuatum & sursum elatum, tum quicquid Sulphureum, oleosumve ex Terrestris solo exhalaverit, quod hinc inde in Atmosphæra dispersum, nec continuum hærens, partitis vicibus incenditur, flamma se explicante quantum tractus exhalationis ejusmodi patet, cui alia occurrit in Aere quoque pendens natusque substantia, quacum effervescit, ignem concipit, atque simul diffлагrat.

§. 1339. *Fulmen* vocatur Flamma fulgentissima, subito orta, magno impetu & prærapida celeritate lata, per Aërem ad quamlibet determinationem, ex Terra sursum, horizontaliter, oblique, deorsum, in linea recta, vel in pluribus rectis, serpentinis quasi ductibus, ad varios angulos junctis, sæpissime cum ingenti fragore desinens.

§. 1340. Ex observationibus Ultrajecti captis patet, quolibet anno ibi decies quinquies fulminare, numero quodam medio sumto: omnium creberrime & paribus vicibus mense Majo & Julio fulminat, ac his quidem mensibus triplo plus quam Aprili, aut Septembri; duplo crebrius quam Junio vel Augusto: par enim numero fulminat Aprili & Septembri; & toties quoque Junio quam Augusto: raro aliis anni temporibus fulminat, ut memoratis mensibus. Fulminat quoque ex qualibet plaga flantibus vel progressis ventis, creberrime flante Austro, minus spirante Solano; æque crebro, quamvis adhuc minus, flantibus Euro & Favonio, omnium rarissime flante Aquilone, Boreæ, & Cauro. Sed hæc omnia tantum illi Urbi, & solo circumjacenti, sunt propria; aliis in regionibus alia observabuntur.

§. 1341. Quoniam loca fulgurita incensum redolent Sulphur, vix dubitari potest, qui Sulphur sit præcipua materia inflammabilis, quæ Fulmen ingreditur: flammæ color, & fragor secutus Fulmen, merum Sulphur non esse probant; sed alias permixtas exhalationes, quæ in libero Aere incensæ cum fragore exploduntur. Ars ita comparatum esse Balsamum Sulphuris, nimio igne in vasis clausis agitatum, & deinde projectum, detexit: in aperto Aere incen-

sa cum crepitu displodi, plura novimus, velati sunt Aurum fulminans, Auripigmentum cum Nitro & Sale Tartari, Antimonium diaphoreticum cum sapone nigro (a), pulvis fulminans, Ferrum in Aqua regia solutum, mistumque cum Sale Tartari, Plumbum in Spiritu Nitri solutum &c. Sed multa alia novimus, quæ in loco clauso incensa, cum fragore disflagrant, veluti pulvis pyrius, Arsenicum cum Spiritu Nitri digestum, Spiritus Nitri Geoffroyanus cum Oleo quocunque stillatio permistus; tum & omnia Olea & Spiritus, quæ a nimis vehementi in vasis clausis igne urgentur: forsitan Natura plurimis aliis Exhalationibus & inflammabilibus, cum Sulphure mistis, utitur, ad eosdem effectus præstandos; quamobrem omne Fulmen non erit idem, atque in variis regionibus diversissimum.

§. 1342. Omnis fere Terra sulphureos tractus sursum in Atmosphæram ex se expirat, una cum plurimis aliis exhalationibus, quæ Fulmen componere possunt. Natant in Aere copiosissimi sales, præcipue Nitri matrix, quæ proculdubio sulphureis aliisque exhalationibus occurrit, & una cum iis miscetur ad Fulmen componendum: quænam alix exhalationes pro Fulmine concurrant, temeritatis est determinare: qualescunque fuerint, eas omnes insequentibus *Materiam fulmineam* appellabo. Hujus tractus, quamvis sub forma exhalationum in Atmosphæra volitent, se habent instar lineæ ex pulvere pyrio formatae, cujus flamma ab una parte incipiens, modo alimentum suum sequitur, & per universa grana usque ad alteram extremitatem decurrit, donec omnis combustus fuerit pulvis: pari modo inflammati tractus fulminei, in Aere suspensi, ab uno extremo disflagrant currente flamma ad alterum, qua illam vena sui pabuli ducit: hinc radii fulminis, qui per Aera vibrari, & aliquando diffundi in duos, pluresque tractus videntur, nunc redire, nunc in lineis ad angulos varios junctis projici, tantum quod flamma tractibus vario situ jacentibus, secumque coherentibus occurrat. Idcirco fulmen nunc horizontaliter, nunc ex alto deorsum, nunc ex Terra sursum currere videtur, si enim perspirans e Terra fulminea materia prope solum accendatur, sursum prorumpente flamma, videbitur Fulmen ex Terra ejici: si idem tractus a parte superiori accendatur, deorsum prorumpet flamma, videbiturque Fulmen e caelo labi.

P 2

§. 1334.

(a) L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1736.

§. 1343. Quamobrem in iis locis potissimum Fulmen observabitur, ubi ex solo fulminea materia exspirat: quamvis tamen hæc exspirata ope ventorum ad alias plagas deferri possit, ibique difflagrare: hinc in nonnullis locis sæpius quam in aliis fulminat, creberrime in iis, quorum solum ab ardente Sole torretur, & varia olea ac copiosissimum Sulphur exhalat: rarius in locis, quæ intus nec Olea, nec Sulphur habent, aut in aquosis, humidis, frigidisque regionibus: in Ægypto & Æthiopia vix fulminat, in Sicilia & Italia frequentissime (a). Cur tamen medio in Oceano fulminat? quia per Aquas ex fundo Oceani ingentes tractus Sulphurei sursum pelluntur, veluti cum Fontium Aquis in variis contingit locis, quorum Aquæ, candela admota, inflammantur (b); accensis nempe sulphureis exhalationibus, una cum Aqua erumpentibus. Incenditur fulminea materia in Aere, cum exhalationibus vel vaporibus occurrit, quibuscum ignivoma effervescencia vehementer effervescit.

§. 1344. Quoniam in hisce regionibus a frigore hybernò, nive, glacie, Terræ cortex exterior constringitur, vix hyeme ex interiori Terra exspirat Sulphur, aliave fulminea materia; hinc hyeme apud nos non, aut oppido raro fulminat: simulac autem a verno Sole Terra incipit recludi, exspirat aliquid mense Aprilis, quod incenditur. Verum a majori calore Solis, in Terram profundius penetrante, cortex mense Majo magis aperitur, nunc copiosior fulminantis materiæ exspiratio, & quicquid collectum conclusumque hyeme fuerat, sursum ex Terra in Aerem rapitur, ideo frequentissimum fulmen Majo mense: & præcipue postquam calor uno alterove die intensior præcesserit. Minor copia ejusdem materiæ restitit in superiori cortice Terræ pro Junio, sed e profundioribus visceribus interim nova adscendit, quæ attenuatur, præparatur, ita ut a ferventissimo Julii ardore quasi catervatim elevetur, & accendatur; hinc æque frequens fulmen Julio, quam Majo; decrescente dein calore sequentibus mensibus, paucior fit ex Terra exhalatio fulminantis materiæ, atque hinc paucius quoque fulminat, donec Octobri & reliquis hyemalibus mensibus contracta nostra Tellus exspiret fere nihil. Idcirco videmus,

(a) *Plinius Lib. 2. C. 51.*

(b) *Commentarii Bonon. pag. 119. Lucretius Lib. Iesoph. Transf. N. 234.*

mus, quare flantibus Aquilone, Borea, & Cauro, rarissime tonet, cum hi venti Terram frigore constringunt, atque ita erumpere fulmineas exhalationes impediunt, aut ne erumpat & in Aere natantes effervescent, efficiunt: contra flante Austro, calido humidoque, omnia resolvente, aperitur Terra, & abundans fulminea materia in altum exspirat, quæ facillime accenditur.

§. 1345. Videtur flamma, quæ ab una parte tractus fulminei incipit, dum totum tractum rapidissime percurrit, nonnullas secum deferre partes, quas non tam cito incendere poterat; has cum in aliqua accumulaverit copia, & interim valde calefecerit, ut una cum reliqua materia incendi possint, tum incensæ subito & maxime cum impetu disploduntur, atque ita fragor ingens excitatur, quem *Tonitru* appellamus: postquam enim desit Fulmen, mox *Tonitru* sequitur.

§. 1346. An non accumulata illa materia fulminea, & propter copiam nondum tota ardens, igneos istos format globos, qui gravitate sua e cælo in locis fulguritis decidisse observati sunt, & qui deinde adeo calefacti, ut subito per totam substantiam ignem concipiant, suâ dispositione ingentes strages ediderunt, calamitatesque tristissimas intulerunt (a)? Id mihi verosimile videtur ex captis à me, & ab aliis observationibus: fatendum tamen qualibet tempestate, qua fulminat, hos globos non conspici, cum nempe aut exigui sunt, aut plus absunt, quam ut acie discerni queant, vel cum Fulmen ex alia materia constet.

§. 1347. Quamvis *Tonitru* unum tantum fragorem exciter, nihilominus sæpe sub specie gravis & diu continuati murmuris auditur, aliquando 30 vel 40 minutorum secundarum (b), propter varias ejus a Nubibus & ab objectis terrestribus repercussiones: hinc enim in vallibus, quas varii montes ambiunt, *Tonitruum* terribilis & durissime continuatus fit mugitus; cum prope aliquem explosum *Tonitru* tantum unum fragorem edere observatur: nihilominus si flamma duos, tresve, aut plures incenderit tractus fulmineos, singuli in fine cum suo fragore desinent, atque ita plures soni aut simul, aut brevi se sequentes audiri possunt.

P 3

§. 1348.

(a) *Phil. Trans.* N. 316. N. 319. N. 336. N. 357. N. 390. *Collections* Breslav. Anno 1717. pag. 157. *Miscellan. Berolinens.* Contin. 2. pag. 114. *Scheuchzeri Meteor. Helvetic.* pag. 24. & seq.

(b) *Delisle memoires physiques.*

§. 1348. Ex hac doctrina clarissime intelligimus, 1. Quare cælo sereno fulminare & tonare possit? quamvis id rarius fiat, imò fieri posse neget Lucretius (a), contigisse tamen prodiderunt inter veteres Homerus (b), Horatius (c), Virgilius (d), Cicero (e), Ovidius (f), Alex. ab Alex. (g), Plinius (h), Julius Obsequens (i), atque inter recentiores Scheuchserus (k): possunt enim semper incendi Sulphureæ exhalationes, simulac e Terra eruperunt, sive cælum sudum vel nubilum fuerit.

2. Et sequitur manifesto Fulmen & Tonitru non semper in nubibus generari, neque in iis hære, nisi eo usque Exhalationes fulmineæ adscenderint: nam ex Terra Fulmen in altum adscendisse, vidit Maffeus (l), tum Abbas Lionus (m). Similia proculdubio antiquitas vidit, *Fulmina enim inferna* vocavit, cum e Terra exsiliunt ignes (n): imo ardens Vesuvius fulmina emisisse visus est (o), similiaque e fodinis adscenderunt. Sed Tonitru immediate sequens Fulmen, demonstrat fragorem non in Nubibus, sed in eo loco excitari, ubi Fulmen finem habuit; quod globi Fulminei, explosione sua Tonitru excitantes, penitus confirmant.

3. Plerumque autem in cælo densæ atræque producuntur Nubes, miris agitatæ motibus & directionibus, antequam incipit fulminare & tonare; tum etiam durante hac tempestate, ex quibus quaecunque præsagium de instanti fulmine formare solemus: Sed hæ oriuntur ab effervescencia, simulac fulmineis exhalationibus occurrunt, inde enim illi Aeris quasi labores: dum ex ejus instertitiis sparsæ vaporum particulæ expelluntur, condensantur, Nubes densas & atras componunt: hæ simulac ab incenso fulmine magis ad se comprimuntur, in pluviam densam coguntur, quæ plerumque Fulmen & Tonitru comitatur.

4. Ful-

(a) *Lucr. L. vi. v. 264. 400.*

(b) *Odyss. T. v. 112. (c) Carmin. Lib. 1.*

(d) *Lib. 1. Georg. (e) Lib. 1. de divin.*

(f) *Fastor. Lib. 3. (g) Lib. 5. Cap. 13.*

(h) *Hist. Nat. L. 2. C. 51. (i) De Prodigis C. 83.*

(k) *Meteorol. Helvetic. p. 2.*

(l) *Litteræ Maffei ad Vallisnerium.*

(m) *Diar. Italico Tom. 32. Art. 8.*

(n) *Seneca q. n. L. 2. C. 49.*

(o) *Philos. Transf. N. 337.*



4. Fulminis vero dislosiones iteratæ Aerem ex iis locis quaquaversum vehementissime expellunt, in quæ iterum, tanquam in vacuum alius Aer ruit: hinc furibundi illi venti & procellæ, qui comitantur & insequuntur Fulmina.

5. Quomodo Animalia & homines Fulmine tacti & percussi concidunt & exanimantur, in quibus nullum a Fulmine vestigium? an quia metu horrendi fragoris & Ignis, in quo medii versantur, stupent, in totum sibi excidunt, & tandem exanimantur? an quia a spiritu Sulphuris incensi, præsentaneo veneno animalium suffocantur? an quia Fulmen explosum, Aerem ex eo loco pellit, vel ejus elasticitatem destruit (a), ita ut Animalia in vacuo, vel in Aere respirationi inepto relinquuntur? forsitan hæc tria simul concurrunt, aut quodlibet seorsum causa mortis existit. Nonnunquam animalia fulgurita lethalibus contusionibus vulneribusque, quæ conspicua sunt, vulnerantur, tum mortis causa patet.

6. Cum igitur Fulmen sit vera flamma ardentis Fulminæ materiæ, minime mirandum est, si corpora quæcunque inflammabilia, quibus occurrit, incenderit, liquefecerit metalla, corpora cujuslibet resistentiæ diffregerit, prostraverit, evulserit, fiderit: cumque exalationes subtilissimæ e Terra adscendentes per ligna, lateres, muros penetrare facile possint, etiam patet, cur Fulmen per contignationes, septa, lacunaria, & fornices ædium cucurrisse visum fuit, quia fulmineus exhalationum tractus sic decurabat. Verum multo plura facile ex præmissis explicantur, veluti hæc sunt. Quomodo ex visa flamma & intercedente tempore inter Tonitru auditum, quanto intervallo a loco explosi Fulminis absumus, cognosci potest? videatur §. 1151. Quare discrimen summum datur, quando Tonitru auditur, simulac Fulmen conspicitur? Quare Tonitru vehementer mugiente tremor ardes & plurima corpora percontat? videatur §. 1168, 1169. Quare nonnulla Fluida, quo tempore fulminat, fermentari incipiunt; alia in fermentatione posita, desinunt? Quare plurima, licet in cellis recondita, postquam tonuit, corrumpuntur? Quomodo aliorum determinari, & utcumque averti potest Fulmen, sonitu campanarum majorum & plurimum, tum explosione tormentorum bellicorum? quamvis campanarum sonitum alio tempore non profuisse constet

stet (a). Elegantissime hoc Thema explicuit Eruditissimus Richter in Tractatu de vero fulminum loco natali.

§. 1549. Usus Fulminis & Tonitru est, 1. Aerem ab exhalationibus sulphureis, & oleosis, suis inflammationibus purificare; exhalata incendio attenuando, mutando, ut animalium sanitati & vitæ non noceant, sed potius tum huic apta fiant, tum vegetationi plantarum; ideo pluvia, quæ tum temporis delabitur, combustasque fulminis partes secum vehit, fertilior reliqua putatur. 2. Atmosphæræ æstus temperat Fulmen, semper enim observavi frigus paucis horis post fulmen fuisse secutum: antequam fulminat, semper effervescebat Aer, caletque: consumpto fulmine sedatur effervescencia, hinc frigus oritur: quamvis & hoc pendere quoque videatur a Spiritu nitri, in incendio nitri & sulphuris producto.

## C A P. XLI.

### *De Meteoris Aeris, sive de Ventis.*

1350. **Q**Uotiescunque aliquis Aeris tractus cum sensibili nobis impetu ex loco, in quo erat, ad quendam alium movetur, *Ventum* facit. Quamobrem non male ab Antiquis dictus fuit, *Cursus Aeris incitator*, *Aeris unda fluens*, *fluxus*, *effusio*, *flumen*. (b).

Adeoque Ventus non tantum constat ex meris Vaporibus, aut Exhalationibus, vel ex quadam specifica substantia, corporibus cæcis (c), anhelitibus Terræ frigidis (d), ab Aere diversis; veluti opinati fuerunt multi Philosophi: sed est Atmosphæræ pars cum omnibus contentis, ex loco in locum delata. Quodcunque igitur Aerem propellit, Ventum suscitatur: idcirco sive Vapores, Exhalationes, vel quæcunque alia fuerint in Aere, & promoveantur, nihilominus ipse quoque Aer mobilissimus, cui occurrunt, movebitur.

§. 1351. Si terrigena se in centro sui horizontis positum concipiat, poterit Aer sui respectu moveri sursum, deorsum, cum omnibus obliquitatibus, deinde horizontaliter cum infinite diversis directionibus, veluti radii a centro

(a) L' Hist. de l' Acad. Roy. An. 1719. (b) Hippocrates L. de Flatibus. Seneca Lib. 5. Cap. 6. Q. nat.  
(c) Lucretius L. I. V. 2. 78. (d) Cicero Cap. 6. de Divin

to circuli ad omne punctum ambitus duci possunt: Venti proinde diversissimarum directionum dabuntur. Quemadmodum Mathematici peripheriam circuli in partium determinatum numerum partiti sunt, ita quoque ab illis plagæ Ventorum divisæ fuerunt, præcipue in Nautarum usum hodierni triginta duas plagas sufficere judicaverunt; cum Veterum nonnulli tantum posuerunt sex (a), alii octo, uti Andronicus Cyrrhestes; Aristoteles decem (b); cum Varrone alii duodecim (c), alii viginti quatuor (d), sed minus commode. Quandoquidem aliam divisionem hac ætate instituimus, antiqua nomina recentioribus Ventorum directionibus non conveniunt; quæ Kircherus tamen hisce accommodare studuit (e). Ne igitur de nomine oriatur controversia, nos pro nostris observationibus ad octo plagas potissimum attendimus, & appellamus. Ventum ab Occasu æquinoctiali afflantem *Favonium*, West: ab Occasu brumali *Africum*, Zuidwest: a Meridie adspirantem *Austrum*, Zuid: ab Oriente brumali *Eurum*, Zuidoost: ab Oriente Solstitiali *Aquilonem*, Noordooft: a Septentrionibus *Septentrionem*, Noord: ab Occasu Solstitiali *Corum*, Noordwest. Adeoque Ventos tanquam ex alio loco ad nostrum accedentes; plagam verò a nostro loco ad alium extendi, animo concipimus.

§. 1352. Venti commode dividuntur. 1. In generalem & constantem. 2. In anniversarios. 3. In Marinos & Terrestris. 4. In Liberos sive Vagos, quorum nullus stabilis cursus.

§. 1353. Ventus generalis inter Tropicum Caneri & Capricorni, aut parum latius, spirat supra Oceanum Atlanticum, Æthiopicum, Pacificum, & Indici partem. In aliis Terræ regionibus dantur venti anniversarii; inque iis, quæ extra Tropicos jacent, observantur venti liberi. Venti generalis historiam optime tradiderunt præstantissimus Hallejus (f), & Diampierius (g), quos hic ceu fidos duces sequemur.

§. 1354. In Oceano Atlantico & Æthiopico, inter utrumque Tropicum, vel parum ultra, per totum annidecursum spirat Subsolanus, ita tamen ut hic partim ex quadam Septentrionali plaga, illic ex Meridionali accedere videatur.

Nam

(a) *Strabo* L. 1. (b) *Lib.* 5. c. 16. (c) *Seneca* q. n. L. 5. c. 16.

(d) *Vitruvius* L. 1. c. 6. (e) *Ars Magnet.* L. 2. Par. vi.

(f) *Phil. Transf.* N. 183. (g) *Traité des Vents.*

Nam 1. Simulac Nautæ Insulas Canarias præternavigaverunt, circa gradum 28 latitudinis Boreæ experiuntur Aquilonem, qui raro multum ulterius ad Septentrionem vergit, accedit tamen nonnullis temporibus propius ab Subsolanum.

2. Qui Insulas Caribas petunt, deprehendunt hunc Aquilonem propius ad Subsolanum vergere, quo magis Americæ appropinquant; ita ut interdum in verum Subsolanum abeat, imò tendentem ad Eurum, nihilominus sæpius aliquantulum ad Aquilonem vergit, placidiusque continuo spirat.

3. Hujus venti limites se latius ad littora Americæ, quam Africæ extendunt, cum in littoribus Americanis usque ad gradum 30 & 32 excurrant; idemque in Meridionalibus Americæ littoribus, latius Ventum generalem expertis, quam Promontorium Africæ, quod Bonæ Spei appellatur, observatur.

4. A latitudine Boreâ quatuor graduum usque ad 28 gradus latitudinis Australis semper spirat Eurus, accedens nonnunquam ad Subsolanum; verum prope Africam semper Australius, quam prope Brasiliæ littora spirat, quo enim magis ad hæc appropinquat, eo plus vertitur in Subsolanum.

5. Mutationem aliquam hi venti pro diversa anni tempestate subeunt, sequunturque Solem; nam Sole inter Tropicum Cancræ & Equatorem commorante, Aquilo spirans in parte Terræ Boreâ propius ad Subsolanum accedit; & Eurus, qui mare Æthiopicum perflat, tum magis ad Austrum accedit. Contra Sole hemisphærium Terræ Australe larga luce condiente, Aquilones in Oceano Atlantico Boreales aliquantum evadunt; & Euri in Oceano Æthiopico magis ad Subsolanum vergunt.

6. Attamen hic notandum, circa littora Africæ, nempe Caffariam, Angolam, Biafaram spirare Austrum: & ad distantiam 100 leucarum a littoribus Guinæ, Eurum mutari in Austrum; propius ab hujus regionis littoribus, Austrum verti in Africum: circa littora Nigritaniæ Aquilonem verti in Corum.

7. Ad partem Equatoris Boream, inter gradum quartum & decimum latitudinis, atque inter Meridianos, qui complectuntur Insulas Hesperides, plaga Oceani datur, in qua dominantur Fulmina, Imbres, Procellæ, Malaciæ, quæ omnia se subito excipiunt, flantibus sæpe simul ventis cum omni genere directionis.

§. 1355. Hujus generalis venti causa. Sol est, cujus actionem clare concipimus; si primo illum versari in *Æquatore* fingamus. Cum recta alicui *Æquatoris* loco imminet, Aerem vehementer calefacit, rarefacit, ipsique majores vires inspirat: quaquaversum hinc ille se expandit, & sursum ascendens supra reliquam *Atmosphæram* prominet, & lateraliter ex lege gravitatis diffluit: hinc brevior continuo facta illa dimanans, calens, & rarefacta columna, viribus minoribus resistit vicinis columnis, quæ tum sua densitate & pondere, tum superpondio ex superius affluente Aere, ad medium calentemque Aerem se recipient: Interim Sol promovetur ab Ortum ad Occasum, vel Terra potius contrario motu, quod hoc in casu idem est, cum tantum ad Aerem, qui successive calefcit, attendimus: adeoque datur plaga alicujus longitudinis, in qua ab Ortum versus Occasum Aer minoribus viribus resistit, quam qui ab utroque latere adstat premitque; quamobrem hic utrinque appressus ad locum minus resistentem, duplici directione feretur: ille scilicet, qui est in hemisphærio Terræ boreo, directione composita ex Orientali versus Occasum feretur, pro motu a tergo; & ex directione a Septentrione versus *Æquatorem*: ejusmodi composita directio ventum progignet Aquilonem: ille, qui est in hemisphærio Terræ Australi, feretur directione ab Ortum ad Occasum, & a latere directione ab Austro ad *Æquatorem*; hinc motus compositus fit, quo producitur ventus, qui *Eurus* appellatur. Quoniam Solis calefactio successive fit, nec cum vehementi subitaneoque impetu, ventus sic excitatus ab Ortum Occasum versus non impetuosus erit, & æquabili delatus tenore: Incipiet vero, ubi Aer, non a montibus, sylvis, aliisque obstaculis lateraliter affluere impeditur; adeoque incipiet ventus Orientalis in Oceani locis, aliquantum a littoribus remotis: veluti ad distantiam fere centum leucarum a littoribus *Africæ* observatur oriri. Simulac hic ventus incipit appropinquare ad littora *Americæ*, ipsius cursui montes resistunt; idcirco eo placidius illum spirare observant Nautæ, quo propiores *Americæ* sunt: hoc montium impedimentum efficit, ut paulum latius expandatur ad littora *Americæ*, quam quidem a parte *Africæ* inchoavit.

Comitemur jam *Solemi*, hemisphærium Terræ boreum illuminantem, & cursum suum ab *Æquatore* ad Septemtrio.

triones inflectentem: tum Atmosphæra, Oceano Atlantico imminens, directe a Solis radiis calefacta, Subsolanâ causa fuisset; idcirco propter lateralem Aeris appulsum, qui spiraverat antea Aquilo, nunc paulo propius ad verum Subsolanum verget: Australiori autem Æthiopico Oceano imminens Aer, iamque frigidior, quam cum Sol in Æquatore versabatur, ideo quoque densior, majori impetu laterali feretur ad aerem calefactum, & motu magis Australi, qui facit, ut Euris fere in Austrum vertatur.

A Tropico Cancrî ad Æquatorem redeunte Sole, sensim Atlantici maris Aquilo orientior, in verum Aquilonem vertetur, propter lateralem Aeris affluxum ad ea loca, quibus Sol recta imminet: & Auster Æthiopici Oceani pedetentim vertetur in Eurum; donec Sole peragante hemisphærium Terræ Australe, Euris magis ad Subsolanum hic vergat: & Aquilo maris Atlantici aliquantum plus tendat ad Septemtrionem; quæ omnia adamussim cum observationibus præmissis congruunt.

Manet vero hic Ventus Orientalis intra Tropicum utrumque, vel ad paucos gradus ulterius exporrigitur, nempe ad latitudinem 28 vel 30 gr. utrimque ab Æquatore. Quia Sol modo perpendiculariter radios suos vibrat in Terras, Aeremque, intra ambos Tropicos jacentes, qui autem lateralis adjacet Aer ad 4 vel 5 gradus ulterius, sufficit ad implendum Aerem intermedium a Sole calefactum, cum ex templo a parte Atmosphære superiori recipiat Aerem fluentem, restituentemque sua copia, quicquid alter se expandendo amiserat.

§. 1356. Difficilius assertur vera causa Ventorum Australium, qui juxta littora Caffariæ, Angolæ, & Biafaræ spirant: tum, quare non procul a Guinea Venti ad Occidentum convertantur, mutati in Africos, veluti illi ad Nigritarum littora abeunt in Ceros? forte hi oriuntur, quia solum Guineæ & Biafaræ admodum areosum, vehementer a Sole incalescit, caloremque diu retinet, quamobrem Aer solo huic ferventi imminens, multum rarefit, ascendit, dissolvit lateraliter in superficie Atmosphære: Aer lateralis, qui liberrime accedere potest ad eum, qui Guineæ & Biafaræ imminet, est ille, qui Oceano juxta littora Caffariæ, & Angolæ incumbit, qui ideo versus Guineam delatus, Austrum progignit: quo autem propius ad Biafarum accedit, eo plus ad hanc regionem

tionem determinatur, mutatus in Africum. Pari modo pars Venti Orientalis in libero Oceano, non procul a Guinea, propter Aerem hujus regionis multo minus resistentem, invertitur, contraria directione pellitur Occasum versus, atque etiam mutatur in Africum. Nigritarum regio non habet solum a Guinea diversum, idcirco etiam Aer Oceani Atlantici versus hæc littora determinabitur, unde non Aquilo, sed Corus ab insula Palma ad littora Billedulgerid & Nigritarum flabit.

§. 1357. Meminimus quoque loci in Oceano Atlantico inter latitudinem boream 4 & 10 graduum, in quo malacia & procellæ: est hic, ubi inter Ventum generalem Orientalem, & inter Africum ad Guineam tendentem, datur æquilibrium, adeoque Aeris quies: nihilominus cum creberrima hic Fulmina & Tonitrua observentur, fundus Oceani magnam Bituminis, Sulphuris, & materiæ fulmineæ copiam in auras eructabit: quæ continuo effervescentes & incensa, nunc Ventos in hanc plagam, mox versus aliam, imo ad qualemcunque spirantes, suscitabit; donec explosa materia iterum Aer ad tranquillitatem redeat.

Interim Nubes a Vento Generali deferuntur ad hunc locum, ut & simul aliæ ex Oceano Æthiopico elevatæ huc confluunt, propulsæ ab Africo; aliæ prognatæ in Oceano Atlantico, hæc accumulantur a Coro: quare Nubes a Ventis his oppositarum directionum condensatæ, in Pluviam coguntur; quæ densissima tum fit, labiturque, cum fulmina Nubes vehementius adhuc conquassant, & in densas moles compingunt, quæ jam gravissimæ, nec amplius ab Aere sustentatæ, quasi agmine factæ deorsum ruunt; atque ita imbres urceatim e cælo demitti videntur.

§. 1358. Circa littora Brasiliæ quædam alia Anomalia observatur; quippe a mense Aprili, & inde aliquousque fiat Africus: a Mense Septembri & deinceps fiat Aquilo. Littora Americæ, quæ Australiora sunt quam Brasilia, multum inflectuntur Occasum versus: idcirco Ventus Australis, qui mense Aprili supra Oceanum Æthiopicum spirat, determinatur a littoribus Brasiliæ, quibus coercetur, ita ut necessario mutetur in Africum. Mense Septembris autem Sol recta imminet Brasiliæ, ejusque solum valde calefacit, hoc Aerem, veluti in Guinea fieri dictum est §. 1356: quomobrem Aer ex frigidiori Terræ parte

Septemtrionali huc determinabitur, suscitabiturque Aquilo. Primaria hæc sunt, quæ ventum generalem hujus Oceani spectant.

§. 1359. Ex quibus opinamur satis manifesto sequi, ventum Orientalem non oriri propter motum Terræ circa suum axem volutæ, & Atmosphæram relinquentis, veluti a nonnullis creditum fuit. 1. Quia ventus generalis non est verus Subsolanus, sed Eurus vel Aquilo, cujus directio aliquantum mutatur pro vario Solis in Ecliptica loco. 2. Quia velocitas hujus venti multo minor est, quam Terræ circa axem motæ; quippe hic ventus celerior non est, quam ut intra unum M. 8 vel 10 pedes percurrat, cum Æquator eodem tempore 1423 pedes perficiat. 3. Non relinquit Atmosphæra Terram in motu annuo circa Solem, verum pari velocitate utraque movetur; cur igitur Terra in motu diurno circa axem Atmosphæram relinqueret? hujus ratio nulla apparet. 4. Tum quoque in apicibus Montium ubivis Terrarum spiraret Subsolanus, qui non observatur. 5. Penitus ruit hæc opinio propter alios Ventos in Oceano Indico spirantes, de quibus mox agam.

§. 1360. In Oceano Pacifico regnat idem ventus generalis, quem in Oceano Atlantico & Æthiopico descripsimus: quippe supra hamisphærium Terræ boreum flat Aquilo, & supra Australe hamisphærium flat Eurus; uterque ventus etiam ad gradus 28 vel 30 utrimque ab Æquatore exporrigitur. Circa littora Americæ occidentalia tamen anomalia datur, flantibus hic ventis occidentalibus, quorum ratio a calefacto solo, Aerem rarefaciente, petenda est, pari prorsus modo, ac diximus in §. 1356.

§. 1361. In Oceano Indico major est ventorum varietas. Est enim in eo ventus generalis; sed præterea dantur venti periodici, qui sex mensibus quandam versus plagam delati, sex sequentibus mensibus quasi redeuntes, opposita directione feruntur; hi vocantur *Motiones* vel *Anniversarii*; Belgice *Moussons*. Omnes ita sunt comparati.

1. Inter latitudinem Australem 30 & 10 graduum, inter Insulam Divi Laurentii & Hollandiam novam semper spirat Eurus per totum anni decursum, qui tamen aliquando paulo propius ad Subsolanum accedit.

2. Inter gradum 2 & 10 latitudinis Australis, inter Javam, Sumatram, & Laurentii Insulam mensibus Majori



Junio, Julio, Augusto, Septembri, Octobri spirat Eurus: verum a Novembri sex reliquis mensibus regnat Corus.

3. Inter Africæ littora Ajanæ, Arabiæ, Malabariæ; tum in sinu Bengalensi, super omnem hanc Oceani Indici partem usque ad Æquatorem ab Aprili ad Octobrim spirat Africus impetuosus, quem atræ pluviosæque Nubes & procellæ comitantur: ab Octobri reliquis mensibus, usque ad Aprilim regnat Aquilo, lenior priori, cum cælo sereno: uterque Ventus, tum Africus, tum Aquilo placidius spirat in sinu Bengalensi, quam supra Mare Indicum.

4. Inter Zanguebariæ littora & insulam Divi Laurentii ab Octobri usque ad Majum datur Eurus: a Majo sequentibus sex mensibus flat Favonius: qui simulac ultra insulam Laurentii est progressus in liberum Mare Æquatorem versus, mutatur in Africum, parum divergentem ab Austro.

5. Inter littora Chinenſia, Malaccam, Sumatram, Borneo, & insulas Philippinas, ab Aprili ad Octobrim Africus, parum declinans ab Austro, spirat: ab Octobri usque ad Aprilim spirat Aquilo, parum differens a Borea, imo flectitur in Boream & Corum inter Insulas Javam, Timor, Hollandiam novam & Guineam novam: quemadmodum Africi loco hic spirat Eurus, qui quasi a flexuoso situ Timor, Javæ, Sumatræ, Malaccæ, in Africum determinatur. Quotiescunque Motiones hæ invertuntur, stant in nonnullis locis quietæ, ac si Aer nesciret, quorsum se verteret, sed in aliis locis desinunt venti summo cum furore, illico in oppositos conversi.

§. 1362. Ventus Generalis Oceani Indici est idem ac explicuimus in §. 1350. Verum aliarum Motionum causam, ut nulli scrupuli supersint, afferre nondum potuerunt Philosophi: motiones videntur pendere a pluribus causis: a montibus, eorumque exhalationibus, quas statis temporibus expirant, & quæ Aerem certis directionibus propellunt: tum a resoluta nive, & plurimarum aliarum rerum, hucusque incognitarum concursu: igitur hæc sapientiori sæculo relinquenda sunt. Videnturque Etelsæ sive Anniversarii aliarum Terfarum Venti (a) non bene intelligi, nec demonstrari posse, nisi oculati regionum inspectores & æ-

(a) Varenii Georg. S. gr. VI. Cap. XXI. *Memoires de Languedoc.* part. 2. Ch. VIII.

& accurati observatores fluminum, montium, marium, sylvarum, solutæque nivis fuerimus, nam ab his potissimum pendent causis.

§. 1363. In reliquis Terræ regionibus Liberi spirant Venti, qui nec tempus, nec periodum, nec plagam, nec impetum observant, sed quaquaversum diriguntur. Horum causa est omnis illa, quæ Atmosphæræ partem ex loco in locum movere potest: determinatio pendet a situ montium, sylvarum, aliorumque eminentium corporum, quæ allabentem Aerem determinant, ut certas versus plagas potissimum dirigatur. Idcirco Venti erunt singulares, propriique suis regionibus, nec cognoscendi, nec explicandi, nisi prius regio simul cum reliquis undique adjacentibus bene cognita & descripta fuerit. Observationes in Helvetia a Garcino, Norimbergæ a Doppelmajero, & nostræ in Belgio institutæ, docent, ventos eodem tempore diversos in his locis spirare, nisi procella quædam diuturnior renaverit.

§. 1364. Septem fœderatarum Provinciarum solum est satis planum & æquabile absque montibus, nisi quod intervallo Milliarium duorum ab Ultrajecto Mons Amisfurtensis, sed exiguus & parum altus detur; plures tamen in ea Gelriæ parte, quæ Velavia appellatur, reperiuntur. Observationes Trajectinæ plurimorum annorum, tum in aliis fœderati Belgii provinciis captae ostenderunt, utcunque determinatum esse anni spatio certorum Ventorum numerum; plurimos sibi addendo Annos, medium composui aliquem, ex quo Ventorum numerus cognoscetur, parum ablurus a veritate: secundum hunc Ultrajecti spirat Septemtrio 42 diebus, Corus 33, Favonius 77, Africus 58, Austro 33, Eurus 26, Subsolanus 53. Aquilo 43. An non Favonii & Africi sunt adeo frequentes, quia Mare Germanicum respectu nostræ regionis ad occasum jacet, atque ita Aer mari huic imminens frigidior appropinquatur ad calidiorem rarioremque, solo nostro incumbentem? an vero est pars Venti Generalis Aquilonaris, reflexi a littoribus Americæ Septemtrionalis, & opposita directione per fretum Morinum & supra Angliæ partem Australem afflantis? forte utraque causa obtinet.

§. 1365. Cur autem paucissimi apud nos Euri? an non quia solum nostrum humidius Germanico, jacente in hac plaga, & proinde admodum frigidum, multo minus cale-

fit,

fit, quam Germanicum, unde Aer nostro solo imminens, etiam minus calescit, rarefcitque, quam Aer, qui Terræ Australiori & ficeiori incumbit: ideo non nisi raro Euri suscitabuntur & Austri; sæpius vero Boreæ, ex frigidissimis ad calidiores delati plagas.

§. 1366. Cur autem frequentissimi apud nos Subsolani spirant? hi semper frigent, etiam si media æstate afflaverint, brumali tempore Aquam in glaciem cogunt, rarissime enim gelat, nisi Subsolanus spiraverit. Quoniam igitur Aer nostri plani soli calidior est illo, qui locis montosis Germaniæ incumbit, respectu nostri in plaga Orientali jacentibus, Aer ibi densior frigidiorque ad nostram regionem frequentissime apprimetur, Subsolanum suscitaturus. An potius erit pars Venti generalis? Cur rariores quoque Cori, adeo periculosi nostris aggeribus, an non, quia Scotiæ solum admodum montosum hos intercipit, unde, qui ad nos afflant, potissimum sunt Aquilones, qui in Scotiæ montes allapsi reperiuntur ad nos? Vetus est traditio, Ventum illum 14 dierum spatio apud nos regnare, qui tempore Equinoctii Verni spiraverit, in primis si fuerit Corus vel Boreas; accuratæ observationes Trajecti habitæ, commentum hoc esse, me docuerunt.

§. 1367. Causæ Ventorum liberorum sunt vel in ipsis Terræ visceribus, aut in superficie, vel in Atmosphæra, vel supra hanc. Terram ipsam magnam vim Aerisejicere, & ex abdito spirare, testantur multæ observationes. De Senta Dalmatiæ, & de rupe in Cyrenaica provincia Plinius (a), & asserente Gilberto in Comitatu Britannici Denbigajæ, ex quibusdam cavernis sunt tam vehementes Ventorum eruptiones, ut injecta vestimenta pannique magna vi efflentur. Scheuchserus quamplurimas descripsit (b) cryptas Æolias, ex recessu Terrarum interiore Ventum expirantes. Connor (c) prodidit de Cumanæ Sibyllæ antro in regno Neapolitano idem; tum de cavernis Bayæ, de fodinis aliquibus Germaniæ, de Salinis Cracoviæ. Est quoque prope Terni (d), & in Vesuvio (e), in Catalonia (f). Sed & Ventos ex imo maris ascendere &

Tomo II.

Q

Aquam

- (a) L. 2. c. 45. *Hist. Nat.*
- (b) *Stoichelograph. Helvetic. p. 122. &c.*
- (c) *Dissert. Med. Phys. p. 33. art. 5.*
- (d) *Kircheri Mund. Subt. L. 2.*
- (e) *Misson. Itiner. T. 3. (f) Marca Hispanica L. 2. C. 22.*

Aquam percurrere, erumpentesque abire in furentes Typhones alii testantur, veluti de Lacu Legio, Cassendus (a), de Vetrero Sueciæ Lacu Mearnius (b), tum de Oceano Chirensi (c).

§. 1368. Causæ Ventorum ex cryptis Æoliis assurgentium possunt esse variz. Concepiatur enim animo crypta instar ingentis ampullæ, capacissimi ventris, angustique colli; Aeris sit plena frigidi, hyemalis, densique; simulac igitur Atmosphæra supra Terram levior sit, extemplo Aer nunc minus pressus, ex Ventre ampullæ, sua elasticitate actus per collum erumpet, Ventumque refert sursum spirantem. Vel stillet Aqua, rivuli instar, per rimas terræ in cavam cryptam, multum Aeris aqua secum devehet, quo Ventum fortem, vix fossibus majoribus imitandum, suscitare potest, uti quondam Hero probavit; hic deinde ex antri ore erumpere cogitur. Aqua in Terras Sulphureas, Martiales, sive Pyriticas inciderit in cryptis, illico gignetur calor, aqua in vaporem admodum elasticum vertetur, qui ex antro Aerem cum impetu expellit, & ipse apertum, ad hos efflatus iter occupat, ac per cavernam in nostras sedes affertur: quemadmodum Aqua in Æolipila calefacta, sub Venti forma, ex tenui foramine erumpit. Ignis subterraneus, a qualicunque causa ortus, præstabit idem. Si aliquot cryptæ Æoliæ secum communicent, & suis quælibet sit instructa osculis, fieri nequit, quin vel altera recipiat Ventum ex Atmosphæra superiori, quem per totam cryptam ad os oppositum apertum deferat, vel alterum hoc os idem præstet. Causæ Ventorum, per Aquas erumpentium, sunt Terræmotus sub Aquis suscitati, qui ab effervescentiis & inflammationibus oriuntur, a quibus multum Fluidi elastici generatur, summo impetu sursum propulsi, quod ubi ex Aquæ superficie erupit, se nisu maximo expandet.

§. 1369. Ad Causas Ventorum, quæ in superficie Terræ sunt, referenda sunt omnia, quæ Aerem movere possunt: veluti sunt Undæ Marina, Fulmina, unde in ripis & littore semper Venti: tum Exhalationes & Vapores ascendentes ex Terra, Ignis excitatus, nivis & glaciæ resolutio a Sole, & innumera alia.

§. 1370.

(a) *Vita Peirisci* L. 5. p. 417.

(b) *Philosoph. Trans.* N. 289.

(c) *Observat. Physiq. envoyée de Siam à l'Académie.*

§. 1370. Plurimi Venti a causis in ipsa Atmosphæra hærentibus suscitantur, quæ variis agere possunt modis. Præcipua causa consistit in Effervescentia Exhalationum variarum sibi occurrentium, aut Exhalationum cum Vaporibus permistione, atque inde orta effervescentia. Simulac enim duæ Exhalationes secum effervescent, dilatabuntur, expansa majus spatium desiderabunt, Fluidum elasticum gignent, Aerem majori minorive celeritate propellent, pro diverso effervescentiæ impetu, & actione prognati elastici Fluidi; ideo semper Venti oriuntur, cum fulminat, tonatque. Quoniam Exhalationum varia copia nunc major, nunc minor secum permiscetur, & post unam permistionem tempus elabitur, antequam altera permistio fiat, Ventus inde oriundus nunc incitator, mox lenior spirabit, interrupto iterum impetu, violentius mox ex quiete surrecturus; veluti de omni libero Vento observatur, qui æquabili tenore nunquam duorum Minutorum spatio spirat, sed viribus diversis: idque eo magis obtinet, quo validior fuerit. Si Exhalationes paucæ fuerint, ut Aerem non redant opacum, plerumque mitiores fiunt Venti: si vero sua copia Nubes densas formaverint, progignunt impetuosiores Ventos; ideo plures Venti tempore nubilo, quam sereno observantur. Sunt Nubes, quæ cum omni humido effervescent; hæ Ventos generant, super quæcunque loca transierint; dantur hæ sæpe ætate, cælo ceteroquin sereno, atque a Nautis e longinquo distinguuntur. Sic vero quaquaversum rueret Aer, veluti frequenter etiam fit; sed potissimum eo incumbit, quo liberior exitus invitat, & loci laxitas, tum magna & patens area. Sunt nubes atræ sæpe causa Ecwephæ, qui in mari Æthiopico, & in promontorio Africæ extimo, Guinea, Lowango, Guardafu, vehementer furere nonnunquam observatus est (a).

§. 1371. Sæpius tum in hisce, tum in præcedentibus mentionem fecimus effervescentiæ, quæ in Aere contingit; ne quis de veritate dubitet, pauca tantum pericula capiat, ut vincatur, nihil quod actu non contingit, nos assumsisse. Ponatur enim phiala aperta, in qua Spiritus Salis Ammoniacy, evolabit aliquid, magis olfactu, quam visu distinguendum; idem erit, si nitri Spiritus pari examinetur modo. Verum utramque phialam juxta se

Q 2

pona-

(a) Varenii Geogr. Sect. VI. c. XXI. §. x.

ponamus ; jam Exhalationes sibi occurrentes in Aere conspicuam effervescentiam, Nubemque excitabunt. Tradit eximius Halesius (a), se ad minerale Vitriolicum affudisse Spiritum Nitri, effervescentia hinc orta est, qua sedata & Aere jam pellucente, admissus fuit novus Aer, illico renascebatur effervescentia, unde Aer factus turbidus & rubicundus ; repetique hoc aliquoties potuit eodem cum successu. Idem observare datur in phiala, in qua Limatura ferri cum Nitri Spiritu fuit, aut in recipiente, in quo Vapor Aquæ fortis mansit ; postquam Pyriti affusa fuerat.

§. 1372. Supra Atmosphæram causæ Ventum excitantes, sunt Sol & Luna, qui sua gravitate eam attrahendo, motum Aeri inducunt perpetuum, qualem Oceano, æstum marinum progignendo ; est tamen in Atmosphæra, propter Aeris raritatem, æstus admodum exiguus. Sol insuper calore suo Aerem rarefacit, eo vehementius, quo radiis pluribus magisque perpendicularibus in ipsum egerit : adeoque propter Nubes, Solis radios hinc inde intercipientes, Aer ejusdem regionis non æque calefactus, nec rarefactus erit, quod Ventos necessario producet, cum Lex æquilibrii liquorum, æqualem actionem in Fluidis postulet, ut quiescant : ideo Aer maxime a Sole rarefactus pelletur ad Aerem sub Nubibus interdiu, noctu contra Aer infra Nubes se ad alium, a frigore superveniente condensatum, recipiet.

§. 1373. Ventus lenis raro iter longum conficit : verum validior & aliquandiu durans per vastum cæli spatium passus observatus fuit, & percurrisse Britanniam, totam Germaniam, & Helvetiam, & forte quidem ulteriores regiones, quemadmodum ex observationibus Scheuchseri & Derhami comparatis constitit (a) : attamen Ventus, qui in una regione vehementius spiraverat, longe mitior in aliis fuit.

§. 1374. Ventorum liberorum velocitas admodum differt ; illi, qui tanta moventur rapiditate, ut arbores sylvasque convellant, observante Mariotto, intra horæ minimum secundum 32 pedes Parisinos percurrerant. Verum ex observationibus accuratioribus Derhami colligitur (c), Ventos impetuosissimos tanta rapiditate promotos fuisse, ut

(a) *Append. ad Hemaßatic. Exper. 3.*

(b) *Philos. Transf. N. 311.* (c) *Philos. Transf. N. 313.*

ut 66 pedes Britannicos Minuto secundo, & 45 Milliaria Britannica horæ spatio absolverint. Hi quidem furibundi sunt, & tantarum virium, ut lapideam statuam 12 pedes altam, 5 latam; 2 crassam diffregerint, integrasque sylvas prostraverint (a). Sunt autem alii venti adeo tardi, ut equitem non præcurrant: alii, qui modice celeres, tantum Milliaria Britannica horæ spatio absolvunt. Verum multo plura de Ventis restant dicenda: quomodo eorum cognitio comparanda sit, clarissimo & inimitabili exemplo magnus Verulamius in Historia Ventorum docuit, qua in Physica vix aliquid magis absolutum hucusque prostat.

1. 1275. Usus Ventorum est magnus; 1. ut Aer, in quo vivimus, & qui nostris Exhalationibus inquinatur, removeatur, everratur, aliusque purior in ejus locum succedat, qui vitalis est tractus, tum ut assidua vexatione utilis reddatur: si enim Aer pigrescit, præcipue Æstate, crescit in vitium, oriuntur ubivis Terrarum contagiosi morbi & pestis, veluti post Hippocratem (b) multi Medici memoriæ prodiderunt.

2. Venti Aerem a calore Solis tollunt temperant & reficiunt; ita ut regiones, quæ habitari non possent, habitabiles evadant: ita in Indiis Orientalibus & Occidentalibus Venti Marini spirant interdiu; Terræ vespere, sua aura reficientes & refrigerantes Aera, Terram, Aquas. In nostris regionibus Æstate plures perirent Messores, nisi Vento reficerentur, quo silentè nonnunquam lethalis est pestus (c). Idcirco ventus a mensium ferventissimorum gravitate nos defendit.

3. Venti calorem & frigus ex una regione in alteram transferunt, hinc apud nos Austro calorem, Boreas frigus adducit.

4. Qui siccæ sunt Venti, exsiccant humida quæcunque, quo modo mortalibus egregie in plurimis occasionibus opitulantur: qui humidi sunt, irrigant pedetentim exsiccata, penetrando in poros corporum, nec hi sua utilitate destituuntur.

5. Nubes ex Vaporibus Oceani formatas deferunt venti per Aerem ad quaslibet regiones, ut imbres Terris

Q 3

(a) *Philos. Trans. N. 114.*

(b) *Hippocrates Lib. 3. Epidemicor.*

(c) *Derham. Theolog. Phys. Lib. 1. Cap. 2.*

ris submiffrent, quibus omnes plantæ crescunt, vigent, vivunt. Sed & venti nimios imbres compescunt; nam modo adducunt Nubes, modo diducunt, ut per totum orbem pluvix dividi possint. Pari modo Exhalationes, quas exspiravit Terra, deferunt ad varias regiones, quibus Aer impurus averrucatur, & ea, quæ ad vegetationem largiorem conferre aliquid possunt, non in uno tantum manent loco, sed pluribus fiunt communia.

6. Dedit Deus Ventos ad ulteriora noscenda; fuisset enim imperitum Animal, & sine magna experientia rerum Homo, si circumscriberetur natalis soli sine: dedit igitur Deus Ventos, ut navigiorum cursibus suppeditarentur omnes undique ad vitam copix, plurimisque maritimiis rebus fruermur, ut universo generi humano res pulcherrimæ, in remotissimis natæ regionibus, communes fierent, ut omnibus inter se populi commercium foret, quo gentes dissipatas locis misceret, atque ita liberalissimi Conditoris potentia, sapientia, & munificentia innotesceret.

7. Venti Aquas Oceani, Paludum, Lacuum, fossarum, movent, ne stagnando putrescant.

8. Ventorum ope Machinæ plurimæ moventur, Molæ agitantur, quibus labori mortalium ingenti cum emolumento & solatio succurrunt. Ecquis omnia enumerare possit? in his facile prælixiores, quam hujus Compendii scopus est, evaderemus.

F I N I S.



D E

REBUS CŒLESTIBUS  
TRACTATUS.

REBUS COPIATIBUS

TEACATIBUS

## DE HAC RERUM CÆLESTIUM TRACTATIONE

## AD LECTOREM.



N tandem Cl. Musschenbroeckii Physicæ Elementa magis adhuc aucta & illustrata novam nostrorum typorum lucem vident: verum etsi rerum, quas complectuntur, præstantia, methodo, judicandi ~~anxiis~~ commendari ea plurimum debeant, vel ex eo tamen mutila jure viderentur, si præstantissimam Physicæ partem, quæ est de rebus Cælestibus, intactam præterirent. Quotus enim quisque est, qui rerum naturalium, earumque causarum contemplatione excitatus, non id potissimum scire cupiat, quo tot Cælestium corporum natura consistat, quibus de causis eorum ordinatissimi motus, singulaque phænomena fiant, quibus adeo quotidie percellimur, ut in eorum explicatione *insatiabilis quædam inesse videatur voluptas*? Iis sane spectandis, contemplandisque vel ipsa natura erecto capite nos efformavit, ut inde summam Supremi Numinis Majestatem, Sapientiam, Omnipotentiam in tam admirandis operibus perspicientes, ad ejus obsequium & amorem impensius excitaremur: *nil enim, ut apte ait Tullius, potest esse tam apertum, tam perspicuum cum Cælum suspeximus, cælestiaque contemplati sumus, quam esse aliquod Numen præstantissimæ Mentis, quo hæc reguntur.*

Ea de causa in prima horum Physicæ Elementorum editione, quæ anno 1745. Neapoli prodiit ex typis Petri Palumbi, Cl. Jacobi s'Gravesande *de Mundi Systemate* tractatus accessit, ne vid. tirores nostri, quorum commodo unice prospicimus, aliunde Cælestium rerum tractationem conquirere cogerentur. Verum utut is tractatus brevitate & rerum ubertate scopo nostro satisfactum videbatur, facto tamen ipso constitit: *tiro-*  
num

num captui parum apte quandoque in eo se gerere Auctorem, & ob nimium, quod affectat compendium, in obscuritatem juventuti inimicam, sapissime declinare, ut rerum Cælestium vel prima rudimenta, quæ tantum hic dare animus est, nec quidem clare nitideque inde haurirent tirones nostri. Quamobrem priorem hujus Tractatus partem, quæ historicam Cælestium phænomenorum narrationem potissimum complectitur, in nova hac editione, qua adjectis notis, auctariis, qua interna textus ipsius mutatione & uberiori expositione, ubi opus esse videbatur, auximus, illustravimus, tironumque captui & utilitati accommodatiorem reddidimus. Altera vero ejusdem tractatus pars Cælestium motuum causas secundum Cl. Isaaci Newtoni principia exponens, pauca tantum immutata habet; uberiori enim nostra explicatione ibi opus non esse rati sumus. Qui in Geometricis disciplinis, paulo ultra Elementa sunt progressi, ad ea intelligenda, quæ ibidem tradit Auctor, sine ulteriori expositione apti sunt; qui vero vel nullam, vel nimium elementarem earundem disciplinarum cognitionem habent, quacunque data uberiori declaratione ne quidem ad intelligendam apti redduntur. Quibus ergo cum præclarissimis Mathematicis disciplinis parum commercii est, auctor sum, ut secundam tractatus hujus partem intactam prætereant, solius Planetarii systematis historica narratione, quæ prima parte datur, contenti. Plura in eadem secunda hujus tractatus parte habet s'Gravesandius, quæ uberius & clarius exposita sunt a Musschenbroeckio in Physicæ Elementis, adjectisque adnotationibus; hinc ea consulto prætermisimus, ne idem repetere inutiliter videremur; ita caput XII. hujus tractatus de Vacuo & Materia Cælesti ex integro omisimus, quod nihil contineat clarius & fufius non expositum cap. 3. horum Physicæ Elementorum. Illius loco ex Davidis Gregorii *Astronomia Physica & Geometrica* expositam rejectamque adjecimus Physicam cælestem, seu causam & rationem a Carresio & Leibnitio excogitaram; cur Planetæ in Orbibus suis constantissime deferantur; quod ejus nullam s'Gravesan-

landius mentionem faciat, juvetque tirones nostros inde discere, quid intersit inter Physicam mere hypotheticam iis Auctoribus, eorumque admiratoribus maxime deamata, & eam, quæ phænomenis, indubiisque naturæ legibus innititur, quæque Newtono potissimum referri debet accepta.

Id demum hic tirones in antecessum monere oportet, Auctorem scil. hujus tractatus capite 13. telluris motum cum circa seipsam, tum circa Solem, pluribus argumentis adstruere conari; quibus sane argumentis, uti & ceteris, quæ a Copernicanis ea de re afferri solent, etsi non exigua probabilitatis vis inesse videatur, ἀποδεικτικῶς tamen ea rem conficere temere adfirmaretur, Hugenio, Newtono, Gregory, aliisque præclarissimis Astronomis judicibus, quorum testimonia videlis in celeberrimo Niewentytii opere *l'Existence de Dieu* c. 7. 1. 3. Contra Sacræ Scripturæ, quas divino afflante spiritu exaratas, nullique adeo vel levissimo errori obnoxias agnoscimus, & veneramur, litterali & proprio sensu intellectæ, Telluris immobilitatem, Solis vero motum, manifestissime asserunt. *Sol oritur* (Eccles. c. 1. v. 5. & 6.) *& occidit, & in locum suum revertitur, ibique renascens gyrat per meridiem, & flectitur ad Aquilonem.... & in circulos suos revertitur.* Jo. sue cap. 10. v. 12. & seqq. *Sol contra Gabaon ne movearis, & Luna contra vallem Ajalon; steteruntque Sol & Luna, donec ulcisceretur se Gens de inimicis suis...* stetit itaque Sol in medio Cæli, & non festinavit occumbere spatio unius diei. Psal. 92. *firmavit orbem terræ, qui non commovebitur; & psalmo 103. Deus fundavit terram super stabilitatem suam.* Hæc aliaque similia Sacrarum Scripturarum loca quin Solis motum circa quiescentem tellurem sensu obvio & litterali asserant, nemo sui compos hæsitabit: sed a litterali Sacrarum Scripturarum sensu (quod communiter docent Concilia, Patres, Theologi universi) nisi evidens ratio contrarium suadeat, recedere fas non est. Donec ergo Copernicani evidentissima suæ sententiæ argumenta non protulerint, quemadmodum reapse nunquam attulerunt,

runt, citra temeritatis notam nequit Christianus Philosophus eorum adherere sententiæ. Nihilominus nil vetat quominus Solis quietem, & Telluris motum, ut hypothesim Cælestibus phænomenis explicandis aptissimam hic usurpemus, quemadmodum in Catholicorum Academiis communiter adhiberi solet, idque Cardinalium Fidei Inquisitorum decreto Ann. 1620 licitum est.





D E

## MUNDI SYSTEMATE

P A R S P R I M A.

C A P U T I.

*Idea Generalis Systematis Planetarii.*

S. 1.



**S**PATIUM nullis Limitibus terminari posse, qui attente consideraverit, vix inficias ire poterit, supremam omnipotentem Intelligentiam, quam Terricolis arcto in Campo demonstravit, Sapientiam ubique manifestam fecisse. Quem hic arctum dico campum, in immensum captum nostrum superat; arctum tamen cum Spatio infinito collatum.

Tellus nostra cum sexdecim aliis Corporibus, (non plura novimus) in determinato Spatio movetur; non ultra determinatos Limites a se mutuo recedunt, neque ad se mutuo accedunt hæc Corpora; & immutatis Legibus Motus horum subjiciuntur.

## DEFINITIO I.

S. 2. Congeries hæc septemdecim Corporum vocatur *Systema Planetarium.*

Circa

Circa hæc sola fere tota versatur ars Astronomica; de his etiam præcipue acturus sum in hoc Libro; reliqua Universum constituenta Corpora nimium a nobis distant, ita ut horum Motus, si moventur, a nobis observari nequeant. Inter hæc nobis sensibilia sunt sola lucida, & quidem insigniora tantum, aut quæ a nobis ceteris minus distant: etiam illorum, quæ Telescopio deteguntur, plurima Oculo inermi visibilia non sunt. (1)

DE-

(1) Spatium nullis limitibus definitum, quod cap. 3. horum Elementorum reapse dari demonstratum est, Divinæ Sapientiæ, Omnipotentæ, Bonitatis infinitæ amplissimum nobis exhibet theatrum, cum per id tot fulgentia corpora longissimis à se invicem remota interval-  
lis, definitisque legibus & periodis agitata, disseminari contemplamur.

Eorum alia proprio micant lumine, suntque totidem ignis, lucisque perennistontes, *Stella fixæ*, vel *inerrantes* communiter dictæ, ob eundem situm quem inter se, ad sensum saltem, servant. Hæc inter corpora fulgore & magnitudine sua omnium maxime Sol excellit, non quod reliquæ fixæ Solis magnitudini & luci multum cedant, cum & esse possint eo majores fulgentioresque; sed quod Terra a reliquis omnibus stellis fixis immenso intervallo absit, in Solis vero vicinia versetur, ingens illud magnitudinis apparentis, & lucis discrimen oritur. Qui fixam aliquam ex eo intervallo, quo nos Solem, aspiceret; Solem nostro per omnia similem intueretur; tum si Spectator a nostro Sole tam remotus, quam nos ab aliqua fixa, Solem aspiceret, eum dubio procul Stellis annumeraret. Est igitur Solis ceterarumque fixarum eadem natura & conditio.

Sed & aliæ quoque dantur in Cælo, seu immenso spatio corpora, diversæ omnino a fixis naturæ. Hæc etsi, ut illæ, in Cælo fulgent, propria tamen luce id non præstant, sed a Sole mutuata, reflexaque inde ad oculos usque nostros. Quod ab his emittitur lumen, obscurius est quam

pro ratione magnitudinis suæ, parum scintillans, variis quoque vicissitudinibus obnoxium; quod argumento est id eis nativum non esse, sed a Sole non aliter, ac Terræ lux diurna, communicatum, reflexumque. Sed & in eo hæc corpora, a stellis fixis discriminantur etiam, quod non, quemadmodum illæ, eundem constanter situm servant; sed cum ab iisdem fixis nunc recedendo, nunc ad eas accedendo, varie earum respectu situm mutant; tum a seipsis quoque varie discedentes, & quandoque subito in contraria converso motu, quandoque veluti hæsitantes, neque porro, neque retro se moventes, irregulariter ferri, & veluti errare videntur. Hinc Planetarum nomen concessum eis est a græco *πλανηται*, quod *erronem* seu *vagabundum* significat; quod servatum deinceps est, tametsi temporis progressu compertum fuerit illos ipsos putatios errores certis & immutabilibus coerceri legibus, e quibus multo labore plurium sæculorum decursu investigatis, potest hodie singulorum Planetarum in Cælo locus, eorundemque ad invicem situs designari in futurum non solum dies, sed etiam menses & annos.

De fixarum numero porro edicendum erit. Ad Planetas quod spectat, ab antiquis usque temporibus Tellus nostra in eorum censu est relata, & pluribus saltem, insignioribusque Philosophis. Omnium præterea Philosophorum consensu in eodem numero habita est Luna, perpetuus Telluris comes, tum Mercurius, Venus, Mars, Juppiter, & Saturnus; præter quæ se-



## DEFINITIO 2.

§. 3. Corpora hæc omnia dicuntur *Stella fixæ*.

*Fixæ*

septem Planetarum corpora, alia non cognovit antiquitas. Sed cum primum sæculo decimo sexto inventi sunt Tubi Optici, modo recensitis Planetis & alii additi sunt, accuratissimis præclarissimorum Astronomorum, iisque sæpius repetitis, confirmatisque observationibus detecti. Galilæus imprimis quatuor deprehendit ad Jovem spectantes Planetas, quem scilicet perpetuo sectarentur, *Jovis Satellites*, vel *Secundarii*, vel *Luna* idcirco dicti, quos in honorem Cosmi Mediceæ Magni Etruriæ Ducis *Mediceæ Sydera* idem Galilæus cognominavit. Saturnum quoque quinque comitibus Planetis perpetuo stipari, ejusdem Telescopii beneficio detectum est; quorum qui ordine quartus, Hugenii observationibus debetur, quatuor reliquos Dominicus Cassini primus detexit: quamvis vel unum, vel plures adhuc latere Saturni comites non sine ratione suspicatur idem Hugenius. Reliqui tres Planetæ Mercurius, Venus, Mars satellitio destituuntur, quantum scilicet ex hætenus institutis observationibus colligi datur.

Errones itaque, seu Planetæ hætenus cogniti sexdecim sunt. Horum sex, scilicet Mercurius, Venus, Tellus, Mars, Juppiter, & Saturnus *Primarii* dicuntur, ut a reliquis sectantur Planetis, qui Tellurem, Jovem, Saturnum perpetuo comitantes, eorum *Secundarii & Satellites* dicuntur. Sexdecim præterea hæc celestia corpora cum ad Solem pertineant, & referantur, non modo ob Solaris lucis variam, quam subeunt actionem, dierum, noctium, tempestatumque vicissitudines inducentem, verum etiam ob centripetam vim, qua ad Solem veluti centrum perpetuo trahuntur, & in orbitis suis

retinentur, invaluit ut horum sexdecim corporum congeries, unius scil. Solis, & sexdecim Planetarum, *Systema Planetarium* diceretur.

Sunt vero Stellæ fixæ, uti diximus, totidem Soles nostris similes, & immensis intervallis ab invicem distiti; quamobrem Divinæ Sapientiæ minime congruum videretur, si ejusmodi innumera lucentia corpora solitarie condita, nullaque juxta posita fuissent corpora, quæ horum luce & calore foverentur; nihil enim frustra & inutiliter a Deo creatum affirmari potest. Verosimile idcirco videtur singulas Stellas, instar nostri Solis, suo quoque Planetarum comitatu cingi, totidemque inde systematari, Solari nostro similia, quot sunt in Cælo fixæ, quarum quævis idem in suo systemate munus obeat, quod in Solari nostro Sol. Hac certe ratione quam admirabilis & magnifica hinc nobis datur amplitudinis mundanæ idea! fitque mundus amplissimum Divinæ Sapientiæ, Omnipotentię, Bonitatis, & Gloriæ infinitæ theatrum: præsertim si spectaverimus singulos Planetas telluris instar, viventium, & rationabilium Creaturarum, quod valde est verosimile, sedem esse & habitaculum.

De Planetis sane nostrum Solare systema componentibus, id vix dubitari posse videtur, si telluris nostræ & ceterorum Planetarum similitudinem & analogiam animo revolvamus. In naturalium quippe rerum inquisitione plurimi jure faciunt Philosophi id argumentum, quod ex analogiis, & similitudinibus deducitur, quemadmodum in superioribus animalibus pluries est observatum. Et quidem si dissecti canis viscera, cor, pulmones, venas, arterias, ceteraque partes inspiciamus, vix dubitamus

Fixæ vocantur, quia eundem Situm inter se sensibilibiter servant; circa hæc pecularia quædam, in sequentibus memoranda erunt.

§. 4.

vimus consimilem partium structuram varietatem in bove, porco, ceterisque brutis inesse. Simili ratione ex tellure Planetarum uno, quem coram adspicimus, de reliquis, quos nunquam vidimus, recte conjecturam facimus; non enim major inter ea animalia bruta intercedit similitudo, quam nostram tellurem inter & cetera Planetarum corpora, sive inter se mutuo, sive relate ad Solem systematis centrum spectentur. Quod vero ad Planetas spectat reliquarum fixarum systemata componentes, ex eorundem systematum cum nostro hoc Solari analogia, eandem quoque illorum ac nostrorum Planetarum rationem esse dubitare vix possumus: nec quidem alteri usui tam innumera & ingentia systemata condita esse intelligimus præter eum, ut viventium, & rationalium Creaturarum sedes innumeræ constituerentur; ex quo Dei O. M. Sapiencia, Bonitas, Omnipotentia, ceteraque attributa maiorem nanciscuntur lucem & gloriam. Ceterum Planetarum incolas jam agnovere Veteres; & Metrodorus apud Plutarchum (*de plac. Philos. c. 5.*) affirmat haud minus absurdum esse in infinito spatio mundum unicum collocare, quam in amplissimo campo unicum solummodo spicam nasci, adfirmare. Eandem sententiam multis rationibus propugnat Cardinalis Cusanus, Vir gravis, & doctus, quam deinde Neoterici fere omnes adoptarunt, & imprimis R. P. Cassellus & Societate Jesu.

Ita vero innumeris constitutis Coelestium corporum systematibus, unum modo nobis speciali ratione spectandum, de eoque disquirendum est, Solare scilicet, cum id tantum ad nos terrícolas, utpote ejus partes pertineat, deque eo tantum observationibus, & his innixis theoriis quicquam

certi adfirmari, & doceri potest. Cetera vero cum immensum a nobis distent, oculorumque aciem, utvis opticus instrumentis adjutam fusciant, nil certi & explorati unquam de his definire poterunt homines, nisi conjectura & analogia ex nostro Solari systemate derivata.

Nostrum autem hoc Solare systema quale sit, jam Auctori indicatum est, fusiuseque in sequentibus declaratur. Scilicet Sol in centro systematis fixus, & immotus jacet; tum circa Solem sunt planetarum orbitæ, hoc ordine, scilicet Mercurii, Veneris, Telluris; huic additur Lunæ via, quippe quæ suo motu tellurem perpetuo comitatur, & cingit; sequuntur, Martis Jovis, ac Saturni orbitæ ampliori summa Solem cingentes. Cum porro detecti fuissent, quatuor Jovis, & quinque Saturni satellites, horum quoque ratio habita est a recentioribus hujus systematis patronis additis scilicet Jovi & Saturno secundariorum orbitis, quam cum in motu suo circa Solem ferrent, quemadmodum Tellus in suo circa Solem motu, Lunam, ejusque orbitam secum vehit. Porro ad mensuram, & non infinitam modo ab his Planetis distantiam collocantur stellæ fixæ, quas nonnulli in eadem sphaerica superficie, & in eadem a Sole distantia positas autumant, cum alii & contrario nullo ordine in immenso infinito spatio ubique eas sparsas esse probabilius visum fuerit.

Copernicanum hoc systema emmunitur appellatur, quod scilicet Nicolaus Copernicus ex verissima Pythagoreorum, aliorumque veterum Philosophantium sententia in lucem revocaverit, idque annorum labore, & studio illustraverit, perfecit: Illud deinde Neoterici fere omnes amplexi

§. 4. Quod autem Systema Planetarium spectat; In hoc septemdecim dari Corpora diximus; omnia sunt spherica.

Tom. II.

R

(1).

plexi sunt, imprimis Galilæus, Gas-sendus, Newtonus; qui postremus per summam in Geometria peritiam, maximamque in observationibus comparandis diligentiam, adeo novis le-gibus auxit, perfecit, ut nil accuratius, nil simplicius excogitari posse videatur, nilque demum quod maiorem præclarissimorum Virorum ad-probationem, commendationemque nactum fuerit.

Sed duo alia breviter indicanda hic sunt Mundi systemata, Ptolemaicum scilicet, & Tychonicum in Scholis maxime celebrata. Primum antiquissimum est, Aristoteli inprimis, & universæ ejus Scholæ deumtum, quod porro Ptolemaicum dictum est a Claudio Ptolemæo, qui secundo Christi seculo id maxime illustravit, & auxit.

In hoc systemate Tellus nostra in Universi centro fixa & immobilis jacet; reliqua vero Cælestia corpora circa illam veluti centrum statis temporibus circumferri ponuntur. Et imprimis quidem Luna ceterorum Planetarum telluri proxima: hanc subsequuntur Mercurius, & Venus, deinde Sol, tum Mars, Juppiter, & Saturnus: succedit porro Firmamentum, seu sphaera stellarum fixarum. Sphaeris solidis singula hæc corpora infixæ esse, & cum iis moveri possunt, atque adeo octo ejusmodi sphaeræ statuuntur; septem scilicet pro recensitis corporibus, Luna, Mercurio, Venere, Marte, Jove, Saturno, & octava Telluri concentrica, stellarum fixarum. His octo sunt; duæ *Crystallinae* vocatæ, quibus hujus systematis patroni explicant, nescio quem, *trepidationis*, aut *librationis* motum, quem in stellis fixis se deprehendisse existimant; & tertia sphaerarum ultima Universum ambiens, & *Primum Mobile* vocata, cujus scilicet diurna vertigine ceteræ inferiores sphaeræ ab

Ortu in Occasum 24 horarum intervallo convertuntur. Atque hæc est Ptolemaici systematis summa. Singula enim, quæ ut Cælestibus phænomenis satisfiat, commenta, additaque porro in eo sunt, minutatim exponere, nec vacat, nec utile est; præsertim cum adeo sint inconcussa, adeo obviis observationibus, clarissimisque argumentis repugnantia, ut conclamatum modo ubique illud sit systema, ipseque Alphonsus Castellæ, & Legionis Rex reapse mundum ita operose dispositum reputans, uti ex Ptolemæi libris hauserat, temperare haud se potuerit, quominus audacter, dementissimeque affirmaret, se melioris simpliciorisque Mundanæ structuræ Deo Auctorem futurum fuisse, si eidem in Mundi conditu adfuisset.

Alterum Mundi systema dicitur Tychonicum a Tycho Brahe nobili Dano, celeberrimoque Astronomo efformatum, atque ex Ptolemaico, & Copernicano simul congestum. Terram is constituit cum Ptolemaicis in systematis centro, omnino immobilem, circa hanc ad modicam distantiam revolvi Lunam, & ad multo majorem Solem; ad omnium maximam vero circa eandem terram inerrantia sydera, seu firmamentum converti; etsi poro aliis ex hoc Philosophorum grege fixas in locis suis immobiles hæere positum sit, substituta pro earum motu, quem adparentem tantum esse contendunt, telluris revolutione circa suam axem ab Occasu in Ortum viginti quatuor horarum intervallo, uti in Copernicano. Præterea circa Solem, tanquam Satellites, reliqui Planetæ moveri ponuntur, hoc ordine, Mercurius, Venus, Mars, Juppiter cum suis quatuor satellitibus, denique Saturnus cum quinque suis secundariis.

Quibus Copernicanum systema, ut S. Script. & S. Patribus parum consonum, rejicitur, systema vero Ptolemaicum.

(1). Unicum proprio Lumine lucet; reliqua sunt opaca, & mutuato Lumine visibilia sunt. Sol est Corpus illud lucidum, & omnium in Systemate Planetario longe maximum; in hujus medio quiescit, saltem exiguo Motu tantum agitur.

### DEFINITIO 3.

§. 5. Reliqua sexdecim vocantur *Planetae*.

Hi in duas classes dividuntur; sex dicuntur *Planetae primarii*; decem vocantur *Planetae secundarii*. Quando de Planetis, nulla adjecta distinctione, loquimur, primarios intelligimus. Primarii *Planetae* Motibus suis Solem cingunt, & ad diversas ab hoc Distantias, in Curvis in se redeuntibus,

maieum, ut satis operosum, & inconcinnum, innumerisque scatens difficultatibus improbat, hoc Tychonicum in deliciis est; in eoque contendunt ejus Patroni nullo negotio univēsa Cœlorum phænomena explicari, nilque contingere naturæ legibus dissonum. Ceterum Auctor noster Copernicano adhæret, cujus partes singulas in sequentibus fusius exponit, quatenus tamen novis recentiorum Astronomarum, & Clar. Newtoni potissimum observationibus, conatibusque id actum perfectumque est. Sed quemadmodum Scripturæ auctoritas nos vetat, quominus id, ut verum Mundi systema habeamus, libenter, tamen ut reliquorum simplicissimum, elegantissimum, nullisque difficultatibus obnoxium agnoscimus; idque propterea in Cælestium phænomenorum explicatione, ut hypothesis saltem, adhiberi posse, quemadmodum Cardinalium fidei Inquisitorum decreto anno 1620. lato licitum est.

(1) Sunt spherica, vel sphaeroidea, quemadmodum c. xviii. hujus tractatus demonstrat Auctor, elevatis scil. partibus versus Æquatorem, & depressis tantisper polariibus, ob motum circa proprium axem, secundum Cl. Newtoni ratiocinia, quemadmodum in Tellure nostra obtinere recentiores Gallorum observationes probant, At Planeta-

rum sphaericam, vel sphaeroideam figuram non geometricam & accuratam, sed imperfectam, & ad sensum tantum intelligimus. Quemadmodum enim in Telluris superficie aliud quæ rapse datur montium & Vallium inæqualitas, utut perexigua, si cum tellure integra conferatur; ita probabile est reliquorum quoque Planetarum superficies variis inæqualitatibus, nostros montes & valles referentibus, obsitas esse. De Lunæ asperata & inæquali superficie ambigit nemo, postquam tubo Optico observatum est eam crescentem, vel decreascentem in tenebrosa facie illustrata aliqua exhibere Solis luce illustrata, eaque non multum a lucis confinio remota: ea quippe puncta præaltorum montium cuspides sunt, quæ ob majorem, quam habent præ reliquis vicinis locis, altitudinem, citius a Sole illustrantur, seriusque ab ejus lumine subducuntur. Multæ quoque nigricantes maculae in parte illuminata conspiciuntur, quæ aliud nil sunt præter inuentes cavernas, quas cum oblique Sol irradiat, sua luce earum tantum externum limbum attingit, profundiores partes obscuras relinquens; & ascendente porro Sole usque ad earum cavatum verticale punctum, earundem umbræ magis magisque se comprimunt, brevioresque evadunt, donec penitus evanescant.

tibus, feruntur. Planeta secundarius circa Primarium revolvitur, & hunc in Motu suo circa Solem comitatur.

§. 6. Planetæ in Motibus suis Lineas Ellipticas, a Circulis non admodum differentes, describunt (1). Et singulæ Lineæ hæ fixæ sunt, saltem, nisi post longum Tempus, exigua in situ mutatio observatur.

Ita singulorum Planetarum primariorum Orbitæ disponuntur, ut Focorum alter cadat in Centro Solis; si Ellipsis  $AB$   $ab$  (Tab. 2. Fig. 1.) repræsentet Orbitam Planetæ, Centrum Solis est  $F$ .

## DEFINITIO 4.

§. 7. Distantia inter Centrum Solis & Centrum Orbitæ, vocatur Planetæ Excentricitas: ut  $FC$ .

§. 8. In singulis Revolutionibus Planeta semel ad Solem accedit, & semel ab hoc recedit; daturque ad distantiam omnium maximam in extremitate  $a$  Axeos majoris Orbitæ; & ad distantiam omnium minimam in extremitate opposita  $A$ .

## DEFINITIO 5.

§. 9. Distantia Planetæ a Sole vocatur Media, quæ æqualiter cum maxima & minima differt.

Ad hanc datur Planeta in extremitatibus  $B$ ,  $b$ , Axeos minoris; estque tum ejus distantia æqualis  $FB$ , vel  $fB$ , idest,

$R$  2

(1) Ante Keplerum communis Astronomorum opinio fuit, Planetas singulos totidem circulos æquabili motu circa Solem describere, quem extra eorundem circulorum centrum in determinata ab eo distantia statuebant. At Magnus Keplerus Tychoonis Brahei observationibus innixus extra omnem dubitationis aleam posuit figuram Orbitæ planetariæ esse Ellipsim Apollonianam, motumque Planetæ in hac curva non æqualiter fieri, sed pro sua majori vel minori a Sole distantia, intendi, & remitti. Sententiam hanc Newtonus, ceterique porro Astronomi tenuere, quod repetitis observationibus eam satis confirmari, calculoque adhibitam Planetarum motui accurate respondereprehendendi. Novam nihilominus curvam

imaginatus est Dominicus Cassini, quam singuli Planetæ in suis circa Solem revolutionibus describerent. Scilicet cum in Ellipsi Apolloniana (Tab. 2. Astron. Fig. 1.) summa rectarum  $FB$ ,  $fB$  ex focus  $F$ ,  $f$  inclinatarum ad quodvis curvæ punctum  $B$ , axem majorem  $Aa$  adæquet; Cassini curva ejusmodi habet puncta  $F$ ,  $f$ , ut ex his inclinatarum  $FB$ ,  $fB$  ad quodvis curvæ punctum  $B$ , rectangulum, constans sit semper, & ejusdem ubique magnitudinis, ubicunque punctum  $B$  sumatur. Verum nova hæc Cassini hypothesis nullos nacta est sectatores, & quod minus accurata visa sit, & quod minus operose in altera hypothesi curvæ Ellipticæ, Cælestium motuum theoria deducatur.

id est, semiaksi majori AC; & est media arithmetica inter maximam & minimam Planetæ a Sole distantiam.

## DEFINITIO 6.

§. 10. Punctum Orbitæ, in quo Planeta a Sole maxime distat, vocatur *Aphelium*. Ut a.

## DEFINITIO 7.

§. 11. Punctum Orbitæ, in quo Planeta minime a Sole distat, vocatur *Perihelium*. Ut A.

## DEFINITIO 8.

§. 12. Nomine communi Puncta hæc vocantur *Auges*, seu *Apsides*. Punctum quidem  $\Lambda$  *ima apsis*, punctum  $\delta$  *summa apsis*.

## DEFINITIO 9.

§. 13. Linea, quæ Apsides conjungit, id est, Axis major Orbitæ, vocatur *Linea Apsidum*.

§. 14. Orbita unaquæque in Plano datur, quod per Centrum Solis transit.

## DEFINITIO 10.

§. 15. Planum Orbitæ Telluris vocatur *Planum Eclipticæ*. Hoc quaquaversum continuatum concipitur; & ad situm Planorum reliquarum Orbitalium, respectu hujus, attendunt Astronomi.

## DEFINITIO 11.

§. 16. Puncta, in quibus Orbitæ secant Planum Eclipticæ, vocantur *Nodi*.

## DEFINITIO 12.

§. 17. Linea, quæ jungit Orbitæ cujuscunque Nodos, id est, communis Sectio Plani Orbitæ, cum Plano Eclipticæ, vocatur *Linea Nodorum*.

§. 18. Planeta non æquali celeritate in omnibus Punctis Orbitæ suæ fertur. Quo minus a Sole distat, eo celerius movetur; & Tempora, in quibus Arcus varii Orbitæ percurruntur, sunt inter se ut Arcus, lineis ad Centrum Solis ductis, determinatæ. Arcus AB & Dd (Tab. 2. Fig. 1.) per-

percurruntur in Temporibus, quæ sunt inter se, ut Areas  
Triangulorum mixtorum AFB, DFd (1).

R 3

§. 19.

(1) Planeta scilicet in Ellipseos perimetro fertur, non quidem æquali motu, sed ea ratione, ut radius a centro Solis ad Planetam ductus, & angulari motu latus aream Ellipticam describat tempori proportionalem; veluti si Planeta ex A data temporis particula perveniat ad G radio suo aream AFG describens, tum cum est in a moveatur usque ad d, sitque modo descripta area a Fd areæ AFG æqualis, arcus AG, ad æqualibus temporibus percurrantur; hi, ut patet, sunt inæquales, & major AG versus Perihelium, & minor ad versus Aphelium; moveaturque adeo Planeta majori velocitate in Perihelio, quam in Aphelio. Initio motus arcus æquali tempore descripti sunt in reciproca distantiarum a Sole distantia; quæ enim tum areæ peraguntur, spectari possunt velut duo æqualia triangula rectangula, quorum bases sunt arcus descripti, qui propterea, ut ex Elementis Euclidis colligitur, sunt inter se reciproce, ut eorundem triangulorum altitudines, seu reciproce, ut distantia a Sole. Quod si area AFG dupla vel tripla fuerit areæ a Fd, vel aliam quamvis habuerit rationem, in hac eadem erunt temporibus, quibus arcus AG, ad describuntur. Sagacissimo Keplero hæc motus lex deprehensa primum est, observationibusque posteriorum quoque Astronomorum confirmata, cui ceteri fere omnes subscribere, cum alia nulla sit, quæ accuratius phenomenon satisfaciatur. Eaque locum habet nedom in motibus Planetarum primariorum circa Solem, sed secundariorum quoque motus respicit circa suos primarios, veluti Lunæ circa Terram, Jovialium Planetarum circa Jovem, & Saturniorum circa Saturnum. Hac posita motus Planetarum lege determinari potest Planetæ locus ad datum tempus, ex quo scilicet A-

phelium reliquit, quod ex præcipuis est Astronomiæ problema. Nempe ita dividatur area Elliptica recta Fd, ut fiat intærum Planetæ tempus periodicum, seu tempus, quod in integra sua revolutione infumit, ad tempus datum, ita totius Ellipseos area ad aream Fad; & erit d locus Planetæ quæsitus. Qua verò ratione ita secari possit area Elliptica tradiderunt Geometriæ, de qua modo non disquirimus.

Celeberrimi Astronomi Ismael Bullialius, Sethus Wardus, Comes Paganus paullulum Keplerianam motus Planetarum legem immutarunt. Cum Keplero siquidem in posuerunt in orbitis Ellipticis Planetas circa Solem moveri, in alterutro focorum positum; sed arearum circa eundem Solem descriptionem, quæ temporibus sint proportionales, improbarunt, malueruntque ita quemvis Planetam circa Solem in umbilico uno constitutum moveri, ut radio ducto ad umbilicum alterum areas describeret temporibus proportionales. Ejusmodi excogitatum, utut parum rei naturæ & observationibus consonum, in Astronomia suum vindicat locum, quod parum a Kepleriana arearum æquali descriptione abludat, Planetarumque orbitæ non sint admodum excentricæ, & ad circulum maxime accedant; hinc in ea hypothese determinari quoque possunt quam proxime Planetarum loca, quæ repetitis calculis semper poterunt ad accuratibres mensuras revocari. Communiter tamen Astronomi theoriam Keplerianam ad unquam cum cælo consentientem in computo usurpant.

Cum Planetarum motus æqualis non sit, uti vidimus, suborta est velocitatis mediæ consideratio, cujus nomine ejusmodi velocitatem intelligunt Astronomi, quæ si Planeta semper æquali motu progredere-

§. 19. Omnes Planetæ eandem partem versus feruntur. Horum Motus in Orbitis suis, est contrarius Motui, quem quotidie in omnibus Corporibus cælestibus observamus, scil. ab ortu in occasum, quo in uno die circa Tellurem circumferri videntur, de quo in sequentibus.

## DEFINITIO 13.

§. 20. Motus, qualis est Planetarum in Orbitis dicitur in consequentia, & Directus.

## DEFINITIO 14.

§. 21. Motus contrarius in antecedentia vocatur aliquando etiam Retrogradus.

§. 22. Quo a Sole magis removentur Planetæ, eo in Orbitis lentius feruntur; ita ut Tempora periodica magis distantium majora sint, & ex majori Orbita percurfa, & ex lentiori Motu. Confer ea, quæ superiori adnotatione ad §. 18. dicta sunt.

## DEFINITIO 15.

§. 23. Axis Planetæ dicitur Linea, quæ per Centrum Planetæ transit, & circa quam hicce rotatur.

§. 24. Planetæ, saltem plerique, & Sol ipse, circa Axes revolvuntur: duo dantur, circa quos, hujus respectu, Observationes instituere non licuit, qui hoc Motu probabiliter non destituuntur. Motus hic conspirat cum Motu Planetarum in Orbitis, id est, est in consequentia (1). Axes ipsi Motu parallelo feruntur, ita ut singula Axes Plæ-

tur, eodem temporis intervallo orbitam describeret, quo reapse motu variabili describit. Et quemadmodum quivis Planeta bis in singulis revolutionibus mediam suam distantiam attingit, ita bis etiam cum media velocitate incedit; semel scilicet cum ab apside summa ad imam descendit, iterumque cum ab ima ad summam regreditur. Orbitæ vero locum, præcise ubi Planeta media velocitate movetur, geometrice Astronomi definiunt, de quo non est hic disquirendi locus.

(1) Solis superficiem maculis qui-

budam majori vel minori ejus parte identidem obtegi, quæ deinde augeantur, vel minuantur & dissipentur, omnium primus Telescopii, quæ nescio detexit Galilæus Galilæi, quæ postea accuratius observavit Scheinerus, qui magnum de iis edidit volumen. Quæ sit earum origo non facillime potest definiri ob incertam Solis naturam: probabile tamen est ejus corpus metalli liquefacti instar scorias quasdam quandoque egerere, quæ sub macularum specie nobis exhibentur. Macularum magnitudo varia est, earumque nom-



Planetæ Puncta Lineas æquales, & similes, describant (1).  
R 4 DE.

nullæ aliquando videntur, quæ non tantum Asiam, aut Africam, sed totius telluris superficiem latitudine superant. Fieri potest, ut tanta sit ejusmodi macularum eodem tempore productarum copia, & vis, ut inter se coagmentatæ totum fere Solis globum tegant; quæ causa fuisse videtur, quare Sol quandoque, uti narrant Historici, per integrum annum subpallidus visus fuerit, caloremque debilem emiserit. Cumque similis sit Solis, & ceterarum fixarum conditio & natura, a simili causa ortum fuisse facile intelligimus, quod interdum stellæ aliquæ novæ veteribus ignotæ, fuerint animadvertæ, aut si nonnullæ stellæ veteribus observatæ, nunc frustra quærantur in Cælo.

Ex harum macularum Solarium observato motu, collegerunt Astronomi, Solem circa seipsum rotari spatio dierum ferme vigintifex. Hæ enim maculæ ab Orientali Solis margine versus medium progressæ videntur, deinde ulterius procectæ, in opposito Occidentali margine occultantur; quæ postquam in adversa Solis parte, per dies circiter tresdecim delituerunt, in Orientali margine rursus apparent, integramque adeo revolutionem viginti sex vel 27 dierum intervallo faciunt. Ex eodem præterea macularum motu, collegerunt Astronomi, Solaris revolutionis axem neque perpendicularem esse ad Eclipticæ planum, neque cum eo congruere, sed ad idem inclinari sub angulo 87 graduum ex una parte, 93 ex altera.

Quod si fulgentissimum Solare corpus obscuris maculis sædatur, quis dubitabit Planetarum opaca corpora navis carere, seu maculis, quibus eorum facies aspergantur? Lunæ quidem maculæ adeo sunt manifestæ, ut oculis ipsis conspiciantur; Telescopii vero beneficio in Jove, Marte, & Venere, maculæ cuivis in conspectum veniunt. Ex harum ma-

cularum observato motu, innouit Astronomis eos planetas, circa suos axes rotari, simili scilicet ratione, qua Solarem vertiginem collegerunt. Hinc etiam innouit eorundem revolutionis periodus, & quæ axium ad planum Eclipticæ sit inclinatio; quæ Auctor noster in sequentibus definit.

Mercurium & Saturnum circa suos axes revolvi, observationibus non dum compertum est. Mercurius siquidem tam Soli propinquus est, tantaque luce nobis se spectandum præbet, ut observationes non admitat, quibus ejus maculæ diagnoscantur, quibusque ejusdem circa suum axem motus deprehendatur. Saturnus vero ob maximam a nobis præ reliquis Planetis distantiam, earundem macularum aspectum ex oculis nostris subripit. Verosimile nihilominus est, Mercurium & Saturnum, reliquorum Planetarum instar circa axes suos quoque revolvi; in ejusmodi enim rerum naturalium disquisitione plurimum valere ex similitudine, & ex rebus visis ad non visas petitum argumentum, jam dictum ratumque est.

(1) Hoc est, si ducatur linea quævis axi Planetæ parallela in quocumque ejus orbitæ situ, eidem parallela semper manebit in omnibus aliis orbitæ punctis, in quibus fuerit Planeta; qui idcirco axis, versus eandem Cæli plagam perpetuo dirigetur. Si Planetæ non alius motus, præter progressivum in orbita sua concedatur, facile intelligitur singulas ejus diametros parallelas sibi manere semper, cum Planeta in orbita circumfertur. Quod si modo circumvolutus ex his diametris (quæ idcirco nunc sit axis) motum Planetæ imprimi ponamus, reliquæ quidem diametri, præter axem, situs suos indefinenter mutabunt; sed axis per eam rotationem e statu priori non turbatur, adeoque parallelus, ut prius, sibi semper manebit.

§. 25. Axeos extremitates dicuntur Planetæ *Poli*.

§. 26. Planetarum a Sole Distantias satis accurate inter se conferunt Astronomi: ita ut totius Systematis ideam habeamus. Orbium Dimensiones in hoc Schemate representantur, in quo Puncta N, N (*Tab. 1. Fig. 1.*), singulorum Orbium Nodos designant. Nondum tamen hujus Systematis Dimensiones, cum ulla Mensura nobis nota in Superficie Telluris, conferre possumus; observationes enim, circa talem collationem institutas, erroris expertes esse, Astronomus non asseret.

§. 27. Ut autem varix Systematis partes inter se conferantur, ponimus mediam Telluris a Sole Distantiam, dividi in 1000. partes æquales, quæ, in mensurandis reliquis Dimensionibus, adhibentur.

Sol in medio Systematis, ut ante dictum, exiguo Motu agitatur, circa Axem revolvitur in Tempore  $25 \frac{1}{2}$  Dierum: & Axis ad Planum Eclipticæ inclinatur, efficiens Angulum 87 gr. 30'.

Planetarum omnium minime a Sole distat Mercurius ☿. Hujus Distantia media a Sole est 387: Excentricitas est 80: Inclinatio Orbitæ, id est, Angulus, quem Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ efficit, est 6 gr. 52'. In Tempore 87 Dierum, 23 Horar. 15', 38" Revolutionem circa Solem peragit.

Insequitur Venus ♀; cujus Distantia media a Sole est 723; Excentricitas 5: Inclinatio Orbitæ 3 gr. 23': Tempus periodicum 224 Dier., 14. Hor. 48. 20: Circa Axem rotatur in Tempore 24 Dier. & 8 Hor. Axis cum Plano Eclipticæ efficit Ang. 15. aut 20. gr.

Planeta tertius ordine a Sole, est Tellus nostra ♂. Hujus Distantia media a Sole est 1000: Excentricitas 16, aut 17 quam proxime. In ipso Plano Eclipticæ movetur. Tempus periodicum, aut Annus periodicus, est 365 Dier., 6 Hor. 9' 14"; superat hic Annum tropicum cap. 9. exponendum 20', 17": Circa Axem in Tempore 23 Hor.; 56' 4". revolvitur: Axis cum Plano Eclipticæ efficit Angulum 66 Gr. 31.

Mars ♂ a Sole in media Distantia removetur 1524: Excentricitas est 141: Inclinatio Orbitæ 1 Gr. 52': Tempus

pus periodicum 686 Dier., 22. Hor. 29' : Circa Axem Revolutionem peragit in 24. Hor. 40'.

Jupiter 4 Planetarum maximus, a Sole distat media Remotione 5201 : Excentricitas 250 : Inclinatio Orbitæ 1. Gr. 20' : Tempus periodicum 4332. Dier., 12 Hor. 20. 9' : Circa Axem revolvitur in 9 Hor. 56'.

Saturni 5 Planetarum remotissimi a Sole Distantia media est 9538 : Excentricitas 547 : Orbitæ Inclinatio 2 Gr. 30' : Tempus periodicum 10759 Dier., 6. Hor. 36'. Hic Annulo circumdatur, qui Planetam non tangit, & hunc nunquam deferit : nisi adhibito Telescopio visibilis non est (1).  
§. 28.

(1) Saturnus Planetarum postremus tot variis admirandisque formis, Astronomis Telescopio spectantibus conspiciendum se præbuit, ut hi tantæ varietatis causâ maximo solliciti, eam tandem detexerint. Hugenius exquisitioribus Telescopiis, quam antea usi fuerant Astronomi, Saturnum adgressus, tres potissimum phases in eo detexit ( videlicet ejus systema Saturninum ). Imprimis anno 1659. a die 16. Januarii, usque ad 17. Junii Saturnum conspexit rotundum, sed qui transversa linea ceteris disci partibus paulo obscuriore per medium discum divideretur. Eodem anno die 13. Octobris, illum vidit *brachiatum*, instructum nempe duobus brachiis, recta utrinque extensis, prope limum Saturni latioribus, & minus intensâ luce, quam versus extremas cuspidis lucentibus, fascia obscuriore paulo infra brachiorum lineam comparente. Tandem anno 1657. die 17. Decembris, *ansatum* vidit, brachia prope discum adaperita, ac bifida habentem, linea obscura versus inferiora ulterius promota; quas ansas latius adhuc patentes a die 10. Novembris An. 1658. usque ad 26. Martii Anni 1659. omnium distinctissime conspexit, intra quas etiam & fixas intuebatur. Ante Hugenium alia præter observationem veluti monstra de Saturno referebantur, veluti quæ habet Hevelius in opusculo, *de Saturni nativâ facie* : sed ea ostendit Hugenius tu-

borum imperfectioni deberi. Tandem ex observationibus suis collegit Vir Clarissimus, Saturnum cingi annulo tenui, plano, ab ejus corpore distante, forniciis instar, ad Eclipticam inclinato. Annuli hujus diameter plusquam dupla est diametri Saturni: tanta est ejus latitudo, ut pars circiter media spatii ab extima ejus superficie, ad Saturnum usque ab annuli corpore occupetur, reliquo spatio vacuo manente. Atque hinc phasium omnium & phenomenorum, quæ in Saturno observabantur, rationem facile derivavit Vir Cl. Ostenderuntque porro Cassinus, Maraldus in Monumentis Reg. Scientiarum Parisiensis Acad. Ann. 1713., 1716., Saturni phases tales reapse se habere, quales ex sua Theoria prædixerat Hugenius.

Materiam hujus annuli eandem esse, ac quæ Cometarum caudas componit, conjicit Cl. Maupertuius. Ea scilicet caudarum materia, Cometa prope Saturnum transeunte, majori ipsius Saturni attractioni cedens, ibidem ad anulum efformandum sistitur, duplici scilicet donata vi, projectionis una ex Cometæ corpore, & altera centripeta versus Saturnum. Ad hunc vero potius, quam ad reliquos Planetas ea attrahitur Cometarum materia, quod in majore a Sole distantia, adeoque lentiori motu, in Saturni vicinitate versentur Cometæ, viresque adeo Saturni attractrices diuturniores

§. 28. Data Distantia media, addendo Excentricitatem, detegitur maxima Distantia; subtracta vero Excentricitate ex media Distantia, determinatur Distantia minima (1).

§. 29. Tres Planetæ, Mars, Jupiter, & Saturnus, qui ultra Tellurem a Sole removentur, dicuntur *superiores*. *Inferiores* Planetæ vocantur Venus, & Mercurius.

§. 30. Inter primarios Planetas tres secundariis stipantur. Circa Saturnum quinque Planetæ, Satellites dicti, moventur: Circa Jovem quatuor: Circa Tellurem unus, Luna nempe. Planetæ secundarii, Luna excepta, nudis Oculis non deteguntur.

§. 31. Satellites circa Primarios describunt Areas, Lineis ad Centra Primariorum ductis, Temporibus proportionales; ut respectu Centri Solis de Primariis dictum.

§. 32. Luna circa Tellurem in Ellipsi movetur, cujus Focorum alterum occupat Telluris Centrum, a quo Lunæ

Distantia media est Semi diametrorum Telluris  $60\frac{1}{2}$ .

Excentricitas mutationi obnoxia est, media est Semi-diametrorum  $3\frac{1}{3}$ . Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ, efficit Angulum circiter 5 Gr.; sed non constans est hæc Inclination.

§. 33. In Motu Lunæ circa Tellurem, non Motu parallelo feruntur, neque Linea Apfidum, neque Linea Nodorum; sed hæc in antecedentia, illa in consequentia fer-

tur:

res subeunt; quæ & efficaciores quoque redduntur, non modo ob inens ipsius Saturni corpus, sed & ob quinque Satellitum, quibus perpetuo stipatur, conspirantes attractrices vires. Videlicet *Maupertuisii discours sur les differents Figures des Astres* c. 8. Verum hæc mera est conjectura non levibus obnoxia difficultatibus. Cur enim, si in ceteris Planetis Satellitio destitutus, in Jove saltem quid simile non observatur? Tum & is annulus frequentibus mutationibus obnoxius esse deberet, vel alii de novo similes annuli circa Saturnum efformari ad singulorum Cometarum accessus, ob eandem rationem, qua primum ex Cometarum caudis, hic qui conspicitur, efformatus fingitur. De obscurissima, ergo re nil definiamus,

divinamque potius Majestatem, sapientiam, & Potentiam suspiciamus.

(1) Pendet id ex notissima Ellipsis proprietate, summam scilicet rectarum, quæ ex quovis puncto ad focos inclinantur, axi majori æqualem esse. Sunt autem ex puncto (Fig. 1 Tab. 2. *Astronom.*) B mediam Planetæ distantiam notante, ductæ rectæ BF, Bf ad focos F, f, inter se æquales; æquales item sunt AC, a C; ergo existente summa priorum æquali posteriorum summæ, erit FB æqualis AC vel a C; atque idcirco si distantia media FB, vel a C addatur excentricitas FC, erit summa æqualis Fa, seu maximæ distantia; contra si ab AC excentricitatem FC demas, reliquæ AB erit æqualis minimæ distantia.

tur: prima in 9 circiter Annis revolutionem peragit; secunda in 19 circiter annis. Lunæ Tempus periodicum circa Tellurem est 27 Dierum, & 7 Hor. 43'. circiter; & exactissime in eodem Tempore circa Axem rotatur.

§. 34. Planetarum circumjovialium (*Tab. 1. Fig. 2.*) primus, seu intimus, a Jovis Centro distat Diametro Jovis

$2 \frac{1}{3}$ : circa Jovem circumvolvitur in uno Die, 18 Hor. 27'. 34".

Secundi Distantia est Diametrorum Jovis  $4 \frac{1}{2}$ : Tempus periodicum 3 Dier., 13 Hor. 13', 42".

Tertii Distantia est  $7 \frac{1}{6}$  Diam.: Tempus periodicum 7 Dier., 3 Hor. 42'. 36".

Quartus distat  $12 \frac{2}{3}$  Diam.: Revolvitur in Tempore 16 Dier., 16 Hor. 32'. 9".

§. 35. Primus seu intimus Saturni Satelles (*Tab. 1. Fig. 3.*), a Centro Saturni distat  $\frac{39}{40}$  Diam. Annuli: Tempus periodicum 1 Diei, 21 Hor. 18'. 27".

Secundi Distantia est Diam. Ann.  $1 \frac{1}{4}$ : Tempus periodicum 2 Dier., 17 Hor. 41'. 22".

Tertii Distantia est  $1 \frac{2}{3}$  Diam. Ann.: Tempus periodicum 4 Dier., 12 Hor. 25'. 12".

Quarti Distantia 4 Diam. Ann.: Tempus periodicum 15 Dier., 22 Hor. 41'. 14".

Quinti Distantia 12 Diam. Ann.: Tempus periodicum 79 Dier., 7 Hor. 48'. 00".

De Motu horum, ut & Jovialium Satellitum, circa Axes, nil certi huc usque ex Observationibus Astronomicis determinari potest.

§. 36. Si ad Distantias & Tempora periodica Planetarum attendamus, hanc Regulam in nostro Systemate, ubicunque plurima Corpora circa idem Punctum revolvuntur, id est, circa Solem, Saturnum, & Jovem, obtinere videmus: *Quadrata Temporum periodicorum esse inter se, ut Cubi Distantiarum mediarum a Centro.*

§. 37. Dimensionum ipsorum Corporum in nostro Systemate,

mate, ideam damus in Fig. 4. (*Tab. 1. Fig. 4.*), in qua omnes Planetæ primarii, ut & Saturni Annulus, secundum dimensiones suas, delineantur. Sol, cujus magnitudo omnes alias excedit, repræsentatur Circulo maximo Fig. 1. id est, Figuram terminante. Hæ Dimensiones satis exacte Proportiones Corporum inter se exhibent, si Tellurem excipiamus, quæ, ex ratione jam tradita, cum ceteris Corporibus ita conferri non potest, ut de errore dubium nullum supersit.

§. 38. Mensuratur tamen Telluris Diameter, & est 3389940 Perticarum, quarum singulæ continent 12 Pedes Rhénolandicos; sed licet inter se, & cum Solis Diametro, conferantur ceterorum Planetarum Diametri, quot Pedes hæ contineant, nisi post, in Tempore opportuno, instituendas Observationes, determinari non poterit (1).

§. 39. Inter Corpora, Systema Planetarium componentia, sola Luna cum Tellure confertur; hujus Diameter est ad Lunæ Diametrum, ut 73 ad 20.

§. 40. Planetæ secundarii reliqui ab Astronomis non mensurantur, quosdam tamen magnitudine Tellurem excedere, in dubium vix vocari potest.

§. 41. Præter Corpora huc usque memorata, in Systemate planetario, quædam alia identidem videntur, quæ ad Solem accedunt, deinde ab hoc recedunt, & invisibilia fiunt; Cometæ dicuntur. Hi plerumque caudati apparent, & Cauda semper a Sole averfa datur. In Motu suo describunt Areas, Lineis ad Centrum Solis ductis, Temporibus proportionales, ut de Planetis dictum. Cometæ probabile est, in Orbitis ellipticis admodum excentricis moveri; itaut invisibiles sint, quando a Sole remotiorem

(1) Ex Copernicana Astronomia habemus tantum, quam rationem Planetarum omnium a Sole intervalla inter se obtineant. Nisi vero alicujus eorum, puta Telluris a Sole distantia in notis mensuris detur, reliquorum diametros, magnitudinem, intervalla in notis mensuris frustra quæremus: contra cognita Telluris a Sole distantia, ea omnia per regulam auream erui facile poterunt. Pendet autem Telluris distantia a Sole mensura a Solaris parallaxeos determinatione, quod idcirco problema nobilissimum habitum semper est, veterum & recentiorum Astronomorum variis

dis adgressum & resolutum, de quibus instituti ratio non patitur hic agere. Fatendum tamen est cum nostro Auctore eas praxes & methodos, utut accurate instituuntur, ejusmodi tamen non esse, ut de aliquo errore nullum supersit dubium. Piaro cet nihilominus in nostrorum tirocinum gratiam ex Gulielmi Wilsionii prælectione VII. Astronomica Tabellam hic apponere, eas mensuras complectentem, ex accuratioribus haustas observationibus, & calculis; quæque si accurate veræ haud sint, ad veras tamen plurimum accedunt, defectu potius, quam excessu a veris

Orbitæ partem occupant, quod ex quorundam Periodis fatis regularibus deducitur; & ex Observationibus constat, quosdam portiones Ellipsium valde excentricarum, in quarum Foco Centrum Solis erat, in Motu suo descripsisse (1).

Tabella Planetarum a Sole Distantias, & Diametros  
& Periodica tempora exhibens.

Mercurius	32000000	Mercurius	4240
Venus	59000000	Venus	7906
Terra	81000000	Terra	7935
Mars	123000000	Mars	4444
Juppiter	424000000	Juppiter	81155
Saturnus	777000000	Saturnus	67870
		Sol	763460
		Luna	2175

D. H.

Mercurius	87 - 23
Venus	224 - 17
Terra	365 - 6
Mars	686 - 23
Juppiter	4332 - 12
Saturnus	10759 - 7

(1) Vetustissimorum Philosophorum opinio fuit Cometæ æterna esse Mundi corpora, quæ Planetarum instar gyros suos statim temporibus conficerent, Pythagoreos, & universam fere Italianam sectam, Hippocratem Chium, Democritum, Apollonium Myndium in hac fuisse sententia, Aristoteles, Seneca, Plutarchus, alique locupletes testes sunt. Eidem se subscribit Seneca natural. quest. 1. 7. c. 21. ubi ait: non existimo Cometæ subitaneum esse ignem, sed inter æterna opera naturæ. De eorum vero reditu ita apposite vaticinatus est c. 25. Veniet tempus, quo ipsa, quæ nunc latent, in lucem dies extrahat, & longiori ævi diligentia, inquisitionem tantorum, etas una non sufficit. Veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos necesse mirentur; & cap. 26. Eris qui demonstraret aliquando in quibus Co-

metæ partibus errant, cur tam sedulo a ceteris eant, quanti qualesque sint.

At Peripateticorum universa Schola suum sequuta Aristotelem Cometæ mavult corpora esse recens producta, & mox rursus interitura; utque Cælorum ingenerabilitatem, & incorruptibilitatem, quam finxerunt, factam testem servarent, illos ex exhalationibus terrestribus compactos in sublunares regiones detruserunt; quæ inde opinio magis invaluit post investos in Cælum solidos Orbes, per quos nequeunt quidem Cometæ quaquaversum moveri. Sed communiter modo rejecta, improbatæque est hæc opinio, præsertim ex quo Tychonis Brahe, & Joannis Kepleri observationibus circa Cometarum diurnam parallaxim demonstratum est eos omnes Lunæ esse superiores, & in reliquorum Planetarum regionibus, & su-

§. 42. Quam huc usque ideam Systematis planetarii de-  
di, Astronomicis nititur Observationibus; &, de huc usque  
dictis,

pra illas versari: qua de re nulla  
modo est inter recentiores Philoso-  
phos controversia.

Keplerus in *Cometarum Physio-  
logia* arbitratur Cometas esse *Liquidi  
Ætheris* veluti quoddam excremen-  
tum, seu crassiozem pinguedinem  
coactam per facultatem vitali, vel  
animali similem, ad aureæ ætheræ  
defæcationem, & purgationem; cui  
ex natura loci fit, ut Solis lumen  
accedat, motusque eidem concilietur;  
quemadmodum quid simile in  
trajectionibus aeris observatur, qua-  
rum instar Cometas brevem putat  
habere durationem, nec idcirco in  
Orbem moveri, aut redire posse.  
Hevelius aliique Kepleri sententiæ  
accedunt, reputantes eos ex Solis,  
Planetarumque exhalationibus oriri,  
valde quidem attenuatis, & subtili-  
bus, & sub disci formam conglome-  
ratis, quorum altera facies Soli ob-  
versa manet, postquam genitus Co-  
meta, & in sphericali linea motu ex  
Atmosphæra egreditur, ubi prima  
sua rudimenta traxit.

Cartesius Cometis perenne corpus  
adscribit, efformatum scilicet, ut  
Planeta, ex fixa, seu Sole, maculis  
obducto, & ob defectum necessariæ  
pressionis a vicino crescente vortice  
absorpto; quod deinde Cometæ cor-  
pus de vortice in vorticem perpetuo  
recta progredi arbitratur.

Jacobus Bernoullius An. 1682. no-  
vum Cometarum systema edidit.  
Arbitratur scil. Vir Cl. Planetam  
Primum dari, qui circa Solem ad  
distantiam 2583 semidiametrorum  
Orbis Magni, seu Eclipticæ, spatio  
annorum quatuor & dierum 157  
moveatur. Circa hunc primum,  
ob corporis exilitatem, & immen-  
sam distantiam perpetuo conspectum  
nostrum fugientem, ponit ad diver-  
sas distantias diversos rotari Come-  
tas, tanquam ejus secundarios & sa-  
tellites, qui tum demum videri in-  
cipiunt, cum Perigæi, seu Telluri  
proximi evadunt.

Hactenus recensitas præclarissimo-  
rum Virorum sententias non vacat;  
nec necesse est ad examen revocare;  
cum ex sola earum cum Newtonia-  
na de Cometis sententia, instituta  
comparatione satis liquet eas parum  
phænomenis, naturæque simplicitati  
congruentes esse, Newtonianam  
contra observatis omnibus accurate  
respondentem, simplicissimam, &  
Planetarum analogia confirmatam  
ceterarum omnium esse verosimili-  
mam. Statuit itaque Cl. Newton  
Cometæ, Planetarum instar, in Or-  
bitis Ellipticis moveri, eos quidem  
qui ad Solare systema spectant, So-  
lem in communi omnium earum  
orbitalium foco, quemadmodum  
Planetæ, complectentes; tum ita  
ejusmodi suos motus attemperare,  
ut areas circa Solem temporibus  
proportionales describant; sinque in  
eorum revolutionibus temporum pe-  
riodicorum quadrata cubis mediarum  
distantiarum proportionalia, uti in  
Planetis observatur: ex quo quem-  
admodum Planetæ, Cometas etiam  
in Solem gravitate consequens est.  
Id vero discriminis intercedit inter  
Cometarum, & Planetarum orbitas,  
quod hæ parum sint excentricæ,  
parumque a circularibus differant;  
illæ vero maxima excentricitate pol-  
leant, majoresque eorum axes ad mi-  
nores ingentem habeant rationem.

Sit S Sol (Fig. 1. Tab. 4. Astron.)  
A F P H A Cometæ orbita Elliptica.  
Si semiaxis Ellipseos Cometæ (quæ  
est æqualis mediæ ejus distantie a  
Sole) centies major ponatur media  
Telluris a Sole distantia, is Come-  
ta suam periodum circa Solem non-  
nisi mille annis absolvet; nam, ut  
diximus, quadrata temporum perio-  
dicorum cubis mediarum a Sole sy-  
stematicarum proportionalia in hoc sy-  
stematica ponuntur. Cum Cometæ in  
inferioribus orbitalium partibus ver-  
santur, scil. ad F vel H, ad Solem  
accedentes, vel ab eo recedentes,  
nobis conspicui redduntur: ex nostro  
de.



dictis, nulla Lis est inter Astronomos, si excipiamus, quæ Lineam ellipticam, & Motum Telluris, spectant. Quidam enim Planetarum Orbitas non esse ellipticas, sed illos, in Motu, aliam Ovalem describere, contendunt. Ex Observationibus Tychois Brahe deduxit Keplerus, Lineas

demum paulatim se subtrahunt conspectu, cum ulterius a Sole recedunt, donec tandem insensibiles penitus fiant; quod scilicet aucta eorum a Sole distantia jugiter minuatur mutata Solis lux, apparentesque eorum diametri minores, & minores indefinenter fiant, donec tandem nullæ oculis evadant. Cum in Aphelio versatur Cometa, scilicet in A, in ingenti a Sole, & a nobis distantia, ob tantam orbitæ excentricitatem tardissime incedit; in Perihelio vero P, ubi Soli vicinissimus est, incitatissimo fertur motu; quod exposita motus lege, seu proportionem inter tempora, & areas iis temporibus descriptas facile deducitur. Atque hæc est Newtonianæ Theoriæ de Cometis summa, cui vel ex eo plurimum verosimilitudinis inesse evincitur, quod Cl. Hallejus secundum eam plurimum Cometarum motus calculo subducens, tam accurate cum observatis congruere illos reperit, ut eorum differentia raro ad tria minuta prima excurrat.

Id etiam discriminis inter Planetarum & Cometarum motus intercedit, quod illi omnes ab Occidente in Orientem suis motibus ferantur; Cometa vero nonnulli etsi eandem versus plagam motus suos pertrahant, non desunt tamen qui contrarios tenere cursus sint observati, ab Oriente scilicet, versus Occidentem; alii item moveri deprehensi sint ab Austro versus Boream, alii a Borea versus Austrum, & in intermediis quoque regionibus; quod, ut alibi observavimus, cum Cartesianorum vortices, Ptolemaicorum sphaeras fidas pessumdat, tum vacuum in regionibus Cælestibus dari demonstrat.

Quanto tempore Cometarum periodi absolvantur, certissime adhuc

ex observationibus non liquet. Non desunt tamen de iisdem temporibus Astronomorum conjecturæ. Ex Newtoni calculo Cometa annorum 1680, 1681 plusquam 500 annis eget ad suam absolvendam circulationem: ejusdem Newtoni judicio Cometa anni 1682 rediturus asseritur post annos 75. Horum, multorumque præterea aliorum Cometarum vias diligentissime exploravit Gulielmus Wilsionus in Mapis Cometarum. Cassinus etiam Cometam visum anno 1702 perficere revolutionem suam credidit annis 34; quem Cometam Aristoteli primum apparuisse certissimis evicit argumentis.

Quod vero ad Cometarum caudas spectat, variae sunt de iis Philosophorum sententiæ, de quibus videlicet *Davidis Gregorii Astronom. Phys. & Geometr. Elementa* l. 5. prop. 4., cum nobis satis esse debeat, si reliquarum probabiliorum Newtoni sententiam exponamus. Cometarum caudas arbitrat Vir Cl. oriri ex vapore longe tenuissimo, quem Cometarum corpora a Sole plurimum calefacta emittunt; & ex quo Solaris lux ad oculos usque nostros reflexa caudarum speciem iisdem repræsentat. Quemadmodum enim sumus ex accenso corpore egressus, recta versus superiora tendit, si id corpus quiescat, oblique vero si idem e latere moveatur; ita qui ex Cælestibus corporibus ob Solis calorem elevantur funi & vapores in plagam Soli oppositam, non quidem recta, sed oblique ab eorundem Cælestium corporum motum tendere, & versari debent; quemadmodum reapse versus plagam Soli averfam jacent semper Cometarum caudæ.

Atque hinc duo facile consequuntur. 1. Caudarum partes illas, quæ pone corpus Cometæ sunt, reliquias lucis.

neas has esse ellipticas; &, Curvas alias a Planetis non posse describi, ex iis, quæ sequenti parte dicentur, liquet. Conferantur ea quæ ad §. 6. sunt adnotata.

§. 43. Qui Tellurem quiescere contendunt, nullo astronomico, aut physico, nituntur Argumento; id est, ex Phænomenis non ratiocinantur: neglecta Syllematis simplicitate, & in hoc Motuum analogia, sententiam suam Observationibus non adversari defendunt: in quo & illos errare, in Parte sequenti videbimus.

CA-

lucidiores, visibilioresque esse, quem admodum observatione constat: nam prope Cometæ corpus, qui elevatur fumus, & vapor, densior semper est; adeoque aptior ad copiosorem versus oculos nostros reflectendam lucem. 2. Caudas tum potissimum in Cometis dari debere, cum in Perihelio, seu prope Solem versantur; tum enim aucta caloris actione, maiori copia fumos, vaporesque ex eis educi necesse est, quibus porro in immensum rarecentibus immanis incipit cauda efformari, quæ in nonnullis Cometis sextam Cæli partem occupasse visa est. His vero a Sole recedentibus, diminutaque successive, ac tandem evanescente ob imensam Solis distantiam, hujus actione. Caudæ Cometarum partim in longinquas Cælorum regiones dissipantur, partim proprio pondere ad Cometæ corpus labuntur, sicque tandem disparent.

Ex eo autem huic sententiæ difficultas nasci quibusdam videtur, quod non intelligant vapores, & fumos ex Cometarum corporibus Solis actione elevatos, sufficere posse ad tanta implenda Cælorum spatia, quanta reapse Cometarum caudæ occupant, quorum nonnullas sextam Cæli partem tenuisse diximus. Sed difficultas omnis vel ex eo protinus evanescet, si aeris nostri raritas, & elasticitas animo spectetur; tum ponatur eos vapores, quos Cometarum calefacta corpora edunt, eundem habere elasticitatis gradum, quem habet aer noster atmosphæricus, quam-

vis nil vetat eos elasticiores adhuc imaginari. Subdueto autem calculo (de quo videlicet l. 5. prop. 3. *Element. Astron. Phys. & Geomet. Davidis Gregorii*) constat aeris nostri eam quantitatem, quam globus tantum digitum latus caperet, si eam raritatem nancisceretur, quæ in regione semidiametrum unam terrestrem a nobis elata eidem aeri conveniret, vi suæ elasticitatis & expansionis, impleturum omnes Planetarum regiones usque ad Saturni sphaeram, & longe ultra. Patet igitur non multum materiæ requiri ad Cometarum caudas constituendas, si ei concedamus eandem elasticitatem, quæ aeri nostro convenit. Sed præterea experientia edocet novimus in quantam fumum molem satis parva ligni, aut carbonis fossilis portio diffunditur; ut vel ex hoc etiam capite ingentis caudarum molis argumentum sumi possit.

Id demum observatione dignum est posse quandoque Cometarum caudas Telluris nostræ Atmosphæram attingere, earumque portionem aliquam eum ejusdem nostræ Atmosphære exhalationibus permisceri, fluidum fluido. Id cum sit ejusmodi mutationes in nostro hoc aere di mutationes in nostro hoc aere suboriri possunt, quibus terrestria animalia, & vegetabilia maxime afficiantur; quamobrem quæ omnium sæculorum suffragio consequi observantur Cometarum apparitionem, non statim pro falsis & ridiculis habere Philosophos decet.

*De Motu apparenti.*

§. 44. **Q**ui, lecto Capite præcedenti, Cælum intuebitur, illud se, quod ibi exponitur, Systema contemplari, vix credet; & exactior Motuum cælestium consideratio dubium augebit. Nil mirum, in Cælis, præter nos decipientes Motuum Apparentias, vix quicquam observamus.

§. 45. Variis Motibus agitated Spectator, qui se quiescere persuasum habet, & intuetur Corpora, circa quorum Distantiam & Magnitudinem falsa fert iudicia, vulgaris est Cælorum contemplator. Per multa sæcula verum Mundi Systema, Cælum etiã exactius observantes, latuit.

§. 46. Explicandum autem nobis est, quomodo omnia, quæ circa Corpora cælestia observantur, respectu Spectatoris in Tellurè, locum habeant in Systemate exposito; id est, ex notis Motibus Apparentias deducemus. Quod fieri non potest, nisi quibusdam generalibus præmissis, de Motu apparenti in genere.

§. 47. Motum verum nulla Arte a nobis observari posse, extra omne dubium est; solus Motus relativus sub Sensu cadit. de eo etiã tantum agitur in Capite præcedenti. Quis affirmare, aut negare, cum ratione poterit, non Motu communi, omnia Corpora, nobis nota, per Spatia immensa transferri?

§. 48. Motus relativus ab apparenti distinguendus est; hic enim est mutatio tantum visa in Situ Corporum, & pendet a mutatione in Pictura in fundo Oculi; nam Obiecta illam inter se relationem apparentem habent, quæ datur in Oculo inter Obiectorum Repræsentationes; videntur enim, ut in Oculo depinguntur; & mutatio in hac Pictura, ex Corporum Motu, fere semper differt cum mutatione relationis inter ipsa Corpora, ut ex Picturæ formatione sequitur. Conferantur ea, quæ cap. 4. Physicæ Elementorum dicta sunt §. 101. & seqq., tum quæ cap. 33. de magnitudinis, distantia, & motus perceptione dicta & adnotata sunt.

§. 49. Cælum nihil est præter Spatium immensum, quod videri non potest, & nigrum appareret, nisi continuo Radii Luminis innumeri, a Corporibus cælestibus

manantes, Atmosphæram penetrant. Plerique per rectas lineas ab illis Corporibus ad nos perveniunt, multi tamen in Atmosphæra varias patiuntur Reflexiones, & totam Atmosphæram illuminant; inde de die, etiam absque nubium reflexione, Corpora illustrantur, ad quæ Radii solares directe pervenire nequeunt.

§. 50. Radii hi sunt heterogenei, & quidem albi; nam Corpora dantur hisce Radiis illustrata, quæ alba apparent; & quæ ita illustrantur, per Prismata visa, ad extremitates coloribus tinguntur; quod in Colore homogeneo non obtinet, uti cap. 31. §. 929. Element. Phys. demonstratum est. Etiam circulus Chartæ albæ, Diametri Semi-pollicis; Panno nigro superimpositus, si hisce Radiis illuminetur, per Prisma oblongus apparet, & iidem Colores, qui in Radiis solaribus observantur, eodem modo hic videntur; quæ omnia minime obtinerent, si Aer, ut a plurimis statuitur, foret Liquidum cæruleum; id est, per quod soli Radii cærulei, saltem maxima copia, transeunt.

§. 51. Dum Cælum nigrum intuemur, Radii albi memorati Oculos intrant, unde Color cæruleus Cælorum oritur, quemadmodum cap. 36. §. 1123. hujus Physicæ demonstratum est.

§. 52. Quia adsueti sumus Colorem videre, ubi Objectum datur coloratum, etiam ad Objectum refertur Color Cælorum; cum autem hic omnes partes versus æqualiter observetur, concipimus Superficiem cavam sphericam, aut potius sphæroideam, in cujus Centro ipsi positi sumus (1). Superficiem hanc ut opacam, ideoque ultra omnium Corpora nobis visibilia remotam, imaginamur.

§. 53. Quando inter Planum & Oculum datur Corpus, de

(1) Cælestis sphære centrum, quod ad sensum saltem, nostra isthæc est, quam incolimus, Tellus; ubique enim in hujus superficie constitutus oculus, Cælestis sphære segmentum nec majus, nec minus ejusdem hemisphærio intuetur; tum ex duodecim Zodiaci signis, de quibus infra, sex simul conspicua sunt terricolis ubique degentibus, sex quoque eos latent: nisi Tellus Cælestis hujus sphære ad sensum saltem utrum occuparet, contingere hujusmodi ap-

parentiæ haud possent. Si in telluris centro (quod idem cum Cælestis sphære centro modo supponimus) constitutus intelligatur oculus, eoque Cælum intueatur, eadem hujus erunt apparentiæ, quas ex ejusdem Telluris superficie insipienti oculo contingere diximus. Sicut & illud statui hic etiam poterit, si integrum terraqueum globum, si ad Cælestis Sphære magnitudinem referatur, puncti instar haberi posse.

de cujus Distantia iudicium ferre non possumus, in Plano applicatum nobis apparet Corpus, quæcunque fuerit Distantia inter hoc & Planum; nulla enim datur ratio, quare partes Plani, quæ ad latera Imaginis Corporis in Oculo depinguntur, non ad eandem Distantiam cum Corpore apparent.

Inde etiam omnia Corpora cælestia, (quorum minime a nobis distans, Luna nempe; ita removetur, ut iudicium de Distantia non detur), ad Sphæram imaginariam, memoratam, referuntur; & omnia huic applicata apparent; & in hujus Superficie cava moveri videntur. Sic Luna inter Stellæ fixas concipitur, licet illius Distantia vix rationem sensibilem habeat ad Saturni Distantiam, quæ ipsa evanescit collata cum immensa Stellarum fixarum remotione. Non mirum est igitur, si de Magnitudine Corporum cælestium, & Cælorum Immensitate, nil noscat Vulgus.

§. 54. Deducimus ex dictis, quomodo ex dato Motu Corporis cujuscunque, & noto Motu Telluris, Motus apparens determinetur.

§. 55. Sphæram diximus concipi ultra Stellæ fixas, in cujus Centro datur Spectator: Orbita Telluris adeo est exigua respectu Diametri hujus Sphære, ut ex translato cum Tellure, Spectatore, Centrum Sphære sensibilibiter non mutetur (1); quare in omnibus Superficie Telluris Punctis, & Tempore quocunque, eandem Terricolæ imaginantur Sphæram, ad quam Corpora cælestia referunt; & quam, in sequentibus nominabimus Sphæram Stellarum fixarum.

§. 56. Hisce positis, si per Tellurem, & Corpus, Lineam concepiamus, quæ ultra Corpus continuata Sphæram memoratam secat, habemus Punctum, ad quod Corpus memoratum refertur, & quod est Locus apparens Corporis.

S 2

§. 57.

(1) Si ex terminis diametri Eclipticæ, seu Orbitæ, quam Tellus describit, ad centrum alicujus fixæ referantur, hæc angulum efficiunt, qui parallaxis Orbis magni dicitur; & quæ est tam exigua ob immensam fixarum distantiam, ut exquisitissimis instrumentis vix deprehendi possit; & qui in eo investigando maxime insudarunt, semper uno minuto

primo minorem illum deprehenderunt. Id argumento est tantam esse fixarum distantiam, ut non modo ex iis conspecta tellus, puncti instar apparent, quod supra adnot. ad §. 52. vidimus; sed & ipsius telluris orbitæ diameter respectu diametri Cælestis sphære veluti nulla potest haberi.

§. 57. Dum Corpus, aut Tellus, aut ambo, moventur, agitatur hæc Linea, & Motus apparens est Linea, quam inter Stellæ fixas describit Extremitas Lineæ memoratæ, transeuntis per Tellurem & Corpus, cujus Motus apparent observatur. Idcirco eadem Apparentiæ ex translata Tellure sequuntur, quæ ex translato Corpore, aut Motu amborum, deduci possunt.

§. 58. Si autem Corpus & Tellus ita moveantur, ut Linea, quæ per hæc Corpora transit, Motu parallelo feratur, Corpus inter Stellæ fixas quiescere videbitur; quod Spatium, in hoc casu, ab Extremitate Lineæ inter Stellæ percursum, non superat Spatium a Tellure percursum; Linea autem æqualis toti Spatio, quod a Tellure potest percurri ad Distantiam Stellarum fixarum translata, nobis sensibilis non est. Ex motu Telluris circa Axem etiam datur Motus apparens, qui suo tempore, ex fundamentis in hoc Capite positis, facile deducetur. Motum apparentem a relativo differre, & ex Motu Spectatoris variari, navigantes quotidie experiuntur.

## C A P. III.

*De Phenomenis Solis ex Motu Telluris in Orbita.*

§. 59. **S**It Sol in S; (Tab. 2. Fig. 2.) Tellus in Orbita sua in T;  $rs$  Sphæra Stellarum fixarum; Locus apparens Solis ex T est  $s$ . Dum Tellus in Orbita transfertur a T in  $t$ , motus hic a Terricola simul translato non percipitur, sed Soli etsi reapse quiescenti attribuitur, qui idcirco moveri videtur; & percurrere Arcum  $rs$ , qui mensurat Angulum  $rSs$ , æquale Angulo  $T S t$ , itaut Celeritas Motus apparentis Solis pendeat a Celeritate Motus angularis Telluris, respectu Centri Solis; qui Motus ex duplici causa crescit; ex imminuta Distantia a Sole, & ex aucta Celeritate Telluris: quæ ambæ Causæ semper concurrunt; quare Motus apparentis Solis inæqualitas sensibilis est. In integra Telluris Revolutione, etiam integrum Circulum Sol percurrere videtur.

## DEFINITIO I.

§. 60. Via hæc apparens Soli *Linea Ecliptica* vocatur, quod

Quod cum in hujus plano vel prope reperitur etiam Lunæ centrum, Solis & Lunæ eclipses contingant. Et est Sectio Sphæræ Stellarum fixarum cum Plano Eclipticæ, ad hanc Sphæram usque continuato.

§. 61. Dividitur hæc Via in duodecim partes æquales, quæ singulæ continent 30. Gr.; partes hæc vocantur Signa, & his nominibus donantur: Aries ♈, Taurus ♉, Gemini ♊, Cancer ♋, Leo ♌, Virgo ♍, Libra ♎, Scorpius ♏, Sagittarius ♐, Capricornus ♑, Aquarius ♒, Pisces ♓. Unde hæc partes hæc nomina mutuatae sint, ubi de Stellis fixis acturi sumus, videbimus. Diutius in percorrendis sex Signis primis hæret Sol, quam in sex posterioribus, daturque differentia novem Dierum. (1)

§. 62. Licet Circulus nullum habeat Principium aut Finem, ubi tamen in hoc Puncta varia determinanda sunt, quoddam Punctum pro Principio habendum est; hoc, in Linea Ecliptica, est primum Punctum Arietis: quomodo determinetur, in sequentibus videbimus. Non hoc est fixum inter Stellæ fixas: idcirco Orbitæ Planetarum, quæ adeo parum mutantur, ut pro immutabilibus haberi possint, non eundem, respectu hujus Puncti, Situm servant.

## DEFINITIO 2.

§. 63. Distantia Solis a primo Puncto Arietis, in consequentia mensurata, seu versus Ortum dicitur *Solis Longitudo*.

§. 64. Longitudines ceterorum Corporum cælestium, eodem modo in Ecliptica mensurantur. Ad quam referuntur, si Circulus major per Corpus concipiatur perpendicularis ad Eclipticam; punctum enim, in quo hæc ab illo Circulo secatur, determinat Corporis Longitudinem, scilicet Eclipticæ arcum ab Arietis principio usque ad id

S 3

interse-

(1) Telluris enim motus (qui Solis apparens est motus Solis in Ecliptica) fit in Orbita elliptica circa Solem in uno ejus foco positum, & circa quem areas describit temporibus proportionales: atque hinc patet, ut inæquabili motu Terra, quemadmodum quivis alius Planeta, in orbita sua feratur, & cum est a Sole tardius, cum perihelia velocius incedat. Sed tellus est aphesia, & in majori a Sole distantia versa-

tur, cum per signa Libram, Scorpium, Sagittarium, Capricornum, Aquarium, Pisces transit, seu cum Sol per opposita signa moveri apparet, scil. Arietem, Taurum, Gemini, Cancrum, Leonem, Virginem: igitur apparens hic Solis motus lentior esse debet; similique ratione intelligitur eundem apparentem Solis motum per reliqua signa velociorem apparere debere.

intersectionis punctum ab occasu in ortum supputatum. Maximus vero circulus, quo ad Eclipticam datum quodvis cæleste punctum refertur, & ad ejus planum est perpendicularis, dicitur *Circulus Longitudinis*, vel etiam *Ecliptica Secundarius*.

## DEFINITIO 3.

§. 64. Distantia Corporis cælestis a Linea Ecliptica vocatur illius *Latitudo*. Et est Arcus ejusdem Circuli secundarii Eclipticæ, inter Corpus & Eclipticam interceptus.

## DEFINITIO 4.

§. 65. Si ex Centro Sphæræ Stellarum fixarum, ad Planum Eclipticæ concipiamus lineam perpendicularem, puncta, in quibus hæc memoratam Sphæram secatur, vocantur *Poli Eclipticæ*.

Hinc circuli Eclipticæ secundarii superius memorati per hæc puncta, seu Eclipticæ polos, transire debent; nequit enim in sphæra maximus circulus alteri maximo esse perpendicularis, nisi per hujus polos transeat.

## DEFINITIO 5.

§. 66. *Zodiacus* est Zona, quæ concipitur in Cælis, quam in duas partes æquales secatur Linea Ecliptica, & quæ ab utraque parte terminatur Circulo, Lineæ Eclipticæ parallelo, & ab hac octo gradibus distanti. Propter exiguum Orbium Planetarum, ut & Lunæ, inclinationem ad Planum Eclipticæ, nunquam extra Zodiacum, Corpora ulla Systematis planetarii apparent.

## DEFINITIO 6.

§. 67. Inter hæc, quæ eandem habent Longitudinem, dicuntur in *Conjunctione*.

## DEFINITIO 7.

§. 68. In *Oppositione* dicuntur, quorum Longitudines differunt 180. Gr.

## CAP. IV.

*De Phenomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris Motibus in Orbitis suis.*

§. 69. Sit S Sol; AVB v (Tab. 2. Fig. 3.) Orbita Planetæ inferioris, scilicet Veneris, vel Mercurii; Tellus



Tellus in Orbita sua  $T$ ;  $a$  I  $b$  portio Sphæræ Stellarum fixarum; Terricolæ in  $T$  locus apparens Solis est  $I$ .

Si ex Tellure ad Orbitam Planetæ, ducantur Tangentes  $TAa$ ,  $TBb$ , clare patet, nunquam ad maiorem distantiam, quam  $Ia$ , aut  $Ib$ , a Sole, in Motu apparenti, removeri Planetam; & hunc illum, in Motu apparenti circa Tellurem, quasi comitari.

## DEFINITIO I.

§. 70. Distantia apparens Planetæ a Sole, dicitur illius *Elongatio*.  $Ia$  aut  $Ib$  est *Elongatio maxima*: hæc ex duabus Causis varia; quia nempe & Tellus & Planeta in Lineis ellipticis revolvuntur. (1)

§. 71. Planeta breviori Tempore quam Tellus, Revolutionem peragit; ideo in Motu suo, inter Tellurem, & Solem transit veluti in  $V$ , ubi Soli conjunctus apparet, diciturque ejus Planetæ *inferior Conjunctio*. Deinde ultra Solem respectu Telluris movetur, & cum est in  $v$  iterum Soli conjungitur: quæ dicitur *Superior* ejusdem Planetæ *conjunctio*; ita ut duobus modis cum Sole in *Conjunctio*ne sit, nunquam autem in *Oppositione*.

§. 72. Ut ideam habeamus Motus apparentis Planetæ, concipere debemus, cum Tellure moveri Linea  $TBb$ ,  $TSI$ ,  $TAa$ ; itaut Puncta  $A$ ,  $V$ ,  $B$ , &  $v$ ; dum Tellus Revolutionem peragit, Orbitam Planetæ circumrotentur; Planeta vero, qui celerius revolvitur, per hæc Puncta successive iterum atque iterum transit.

Sed ut clarius horum Planetarum motus phænomena intelligantur, cum Tellus longe tardius circulationem suam circa Solem conficiat, quam inferior Planeta, nil vetat, immo præstat Tellurem veluti immobilem in  $T$  spectare, Planetam vero cum motuum differentia circa Solem cieri. Dum itaque Planeta fertur ab  $v$  in  $A$ , moveri videbitur in *consequentia* Signorum ab  $I$  in  $a$ , diciturque tum *directus*; Sed cum ab  $A$  transit ad  $V$ , in inferiori scilicet

S 4

conjun-

(1) Scilicet, manente tellure in  $T$ , elongatio, ceteris paribus, maior, ubi punctum  $B$  vel  $A$  est in ejus interioris Planetæ Aphelio, minor in Perihelio, mediocris in media distantia. Sed & manente inferioris Planetæ loco  $B$ , vel  $A$ , varia quoque est Elongatio pro situ Tel-

luris in  $T$ , vel alibi. Sed cum Planetarum Orbitæ ad circularem formam, quam maxime accedant, hæc minutæ negligi possunt. Maxima Veneris Elongatio observationeprehenditur 48. graduum circiter; Mercurii vero tantum 28 circiter.

conjunctione cum Sole, vicissim videtur ab *a* rediisse ad *l*, motumque esse in *antecedentia signorum*, diciturque tum *retrogradus*. Similiter dum Planeta ab *V* venit ad *B* pergit retrogrado motu videri ab *I* venisse ad *b*; & demum dum superato loco *B*, ad *v* accessit, ad superiorem scilicet cum Sole conjunctionem, iterum directe moveri apparet *a* *b* usque ad *l*, eaque directio durat, donec ad situm priorem *A* redierit. Cum Planeta prope loca *B* & *A* versatur, adeo lente inter sidera moveri apparet, ut tanquam *Stationarius* possit haberi. Itaque dum Planeta a loco *B* per *v* progreditur ad *A* est *directus*; prope *A* fit *Stationarius*, sed ad *retrogradationem*: in loco *B* iterum est *Stationarius*, sed ad *directionem*.

§. 73. Spectato Telluris motu, dum Tellus in ejusmodi situ *T* est respectu Planetæ existentis in *D*, ut arcus *T i*, *D d*, eodem parvi temporis intervallo a Tellure & Planeta peragrati rectis lineis *TD*, *td* parallelis contineantur, tum Planeta Stationarius videri debet; loca enim in Firmamento *H*, *h*, ad quæ tum refertur Planeta a Terra visus, ad sensum idem sunt, nec distinguuntur.

§. 74. Planeta diutius in *directione* movetur, quam in *retrogradatione*; priori enim casu, orbitæ suæ partem *B v A* majorem, secundo partem *B V A* minorem describit. Et quoniam in retrogradatione idem spatium *a I b* in Firmamento describere videtur, quod progrediendo confecerat, sequitur velocius in retrogradatione, quam in directione moveri.

§. 75. Planetæ Orbita ad Planum Eclipticæ inclinatur, ideo non in Linea Ecliptica moveri videtur; sed nunc minus, nunc magis ab hac distat, & in Curva irregulari ferri videtur, quæ interdum Eclipticam secat.

§. 76. Sit *N V N* (*Tab. 2. Fig. 4.*) Orbita Planetæ; cujus Nodi *N*, *N*; sit *S* Sol; *T i* Telluris Orbita in Plano Eclipticæ; Tellus *T*; Planeta *V*. Si *V A* concipiatur per Planetam ad Planum Eclipticæ perpendicularis, Angulus *VT A*, aut potius Arcus, qui hunc mensurat, est *Latitudo Planetæ*: vocatur hæc *Latitudo Geocentrica*, ut distinguatur a *Latitudine Planetæ* e Sole visi, quæ *Heliocentrica* dicitur, & est in hoc casu Angulus *VSA*; de illa hic agitur, nam Phænomena ex Tellure visa examinamus.

§. 77. Quando Planeta est in Nodo, in Linea Ecliptica apparet, & Curva a Planeta Motu apparenti in Zodiaco descripta secat Lineam Eclipticam; recedendo a Nodo

Nodo augetur Planetæ Latitudo, quæ etiam pro Telluris situ variatur; sic manente Planeta in V, major est Latitudo si Tellus sit in T, quam si foret in  $\tau$ . Si, manente Tellure in T, Planetam ex V ad  $\nu$  translatum concipiamus, ex duplici causa Angulus  $\nu$  TB minor erit Angulo VTA; ex accessu Planetæ ad Nodum, & ex recessu Spectatoris.

§. 78. Si nunc confidetemus Tellurem & Planetam continuo moveri, facile concipiemus, mutari omnibus momentis Latitudinem ex utraque causa. Hæ interdum contrarie agunt, interdum in augenda aut minuenda Latitudine, conspirant; unde necessario oritur Motus apparens in Curva irregulari, ut ante dictum, quæ Eclipticam secat, quoties Nodos transgreditur Planeta, id est, bis in singulis huius Revolutionibus; Curva etiam hæc, ab utraque parte, non ultra certos Limites in Zodiaco ab Ecliptica recedit.

§. 79. Telescopio etiam deteguntur Phænomena notabilia Planetarum inferiorum, quæ ab horum Opacitate pendent. Sit S Sol; T Tellus; A, B, C, N, D, E, F, V, (Tab. 2. Fig. 5.) Planeta inferior, Venus ex. gr., in Orbita. Hæc mutuo a Sole lumine lucet; & Hemisphærium Soli obversum tantum illuminatur, Hemisphærium alterum invisibile est: idcirco sola pars Hemisphærii illuminati, quæ Telluri obvertitur, ex hac videri potest; in V Planeta videri non potest, in N rotundus apparet, nisi Radium solarium copia impediret, quo minus videatur. Ex N progrediendo, Planeta continuo decrescit; in D habet Figuram  $d$ ; in  $e$  &  $f$  delineatur, ut in E & F apparet; ulteriusque decrescit, donec evanescat in V; deinde iterum crescit successive mutando Figuram, donec totum Hemisphærium illuminatum Tellurem versus dirigatur.

§. 80. Quando Nodus datur in V, aut in viciniis, Planeta in ipso Disco Solis, & quasi Soli applicatus, videtur, & observatur Macula nigra, quæ super Solis Superficie movetur: in hoc casu, si accurate rem exprimamus, Planetam non videmus, sed ubi Radios solares hic intercipiat, decernimus. (1)

§. 81.

(1) Semel tantum Venus visa est nigra instar maculæ Solarem discum pertransisse, quod spectaculum Mortalium nemini præter Hororum contingit videre Anno 1639; nec iterum Venus Solem in

medio ejus disco subtercurrent ufque ad annum 1761 die 16 Mensis Maji. Anno 1631 die 7 Novembris Petrus Gassendus primus, & porro alii complures Mercurium in Sole viderunt, qui ejus discum

§. 81. Quo minus a Tellure distat Planeta; eo major accedit, pars lucida visibilis minuitur, ita ut ex una causa crescat Lumen, ex alia minuatur; daturque Distantia quædam media, ad quam Lux reflexa est maxima. (1).

## C A P. V.

*De Phænomenis Planetarum superiorum ex eorum & Telluris Motibus in Orbitis suis.*

§. 82. **I**N multis, cum explicatis circa Planetas inferiores, coincidunt superiorum Planetarum Motus apparentes; in multis differunt. Non semper hi Solem circumstantur, sed sæpe in Oppositione observantur (2); Motu tamen, ut de inferioribus dictum, non semper in consequentia ferri videntur, sed sæpe stationarii, sæpe retrogradl sunt.

§. 83.

scum in camera obscura charta candida exceptum instar maculæ nigræ & rotundæ trajicere visus est; quod jam prædixerat Keplerus.

Ante inventum Telescopium, cum Copernicus vetustissimum Pythagoreorum systema renovaret, ponendo Planetas singulos, & inter hoc quoque tellurem statis temporibus circa Solem moveri, objectum ei fuit in ea Cælorum dispositione Venerem phases subituram Lunæ phasibus similes, quas cum non observarent tum temporis Astronomi, systema illud phænomenis non satisfacere contendebant. Objecto respondit Copernicus eas phases revera dari, easque futuris sæculis detecturas Astronomos. Id Copernici vaticinium primus implevit Galilæus Philosophus Lynceus, qui primus Telescopium ad Venerem dirigens, eam phasibus suis reapse Lunam æmulari deprehendit.

(1) Ubinam sit ea media distantia, in qua Veneris splendor sit maximus concinna solutione invenit Summus Geometra & Astronomus Edmundus Hallejus in Actis Philos, Lond.

din. N. 349; ibique ostendit Venerem omnium maxime fulgere cum elongatur a Sole 40 circiter gradibus, ubi tantum pars quarta datæ luminosi e terra conspicienda datæ quo insitu Venus interdiu, & lucet te Sole conspecta fuit. Admirabile sane est illa Veneris pulchritudo, quæ proprio lumine carens, & tantum Solis mutatio fulgens, in tantum splendorem erumpit, quantum non habet Jupiter, non Luna, cum æque a Sole elongantur.

(2) Sit S Sol (Fig. 6. Tab. 3. Astron.) A B C orbita Telluris, Q M P Planetæ Superioris, puta Martis, orbita, D F G sit sphaera fixarum mamenti. Cum Tellus in orbitæ puncto C versatur, Planeta existens in M Terricolæ apparebit in F Sole conjunctus; at existente Tellure inter Solem inter & Planetam, terrestres Spectator Planetam videbit oppositum. Patet igitur Superiores Planetas posse quemlibet aspectum respectu Solis obtinere, seu in dato quovis angulo a Sole elongari, quod in inferioribus fieri non posse videmus.

§. 83. Quod ut intelligatur sit  $BCA$  (Tab. 2. Fig. 6.) telluris orbita circa Solem  $S$ , sitque  $QMP$  orbita Planetæ superioris, puta Martis,  $DFG$  sit Stellarum sphaera, ad quam scil. quæque cælestia corpora refert Spectator. Ex  $M$ , ubi superior Planeta videtur, ducantur rectæ  $MB$ ,  $MA$  telluris orbitam contingentes in  $B$  &  $A$ , eæque producantur, donec Firmamento occurrant in  $D$  &  $G$ . Et si vero Planeta superior  $N$  circa Solem movetur in orbita sua, cum tamen longe serius tellure revolvatur, nil vetat, quominus illum spectemus, ut immobilem, telluris respectu, tellurem vero motuum differentia circulationem suam perficere. Maneat igitur Planeta in  $M$  immobilis, & cum Tellus transit de loco  $C$  ad  $B$ , terricolæ apparebit Planeta ab  $F$  in  $G$  directè pervenisse in consequentia signorum; at vero cum tellus a  $B$  transit ad  $t$ , quo in loco Planeta Soli opponitur, idem Planeta videbitur retrogrado motu a  $G$  rediisse ad  $F$ ; porro cum tellus a  $t$  venit ad  $A$ , pergit Planeta retrogradus videri ab  $F$  usque ad  $D$ ; & demum superato loco  $A$  a tellure, iterum incipit Planeta apparere directus, quæ directio durat, donec Tellus ad priorem locum  $B$  redierit. Sed cum tellus est prope loca  $B$  &  $A$ , Planeta lentissime videtur loca sua in Firmamento mutare; quapropter tum tanquam Stationarius & immobilis apparet; neque adeo a directo motu ad retrogradum, vel ab hoc ad illum gradum facit Planeta, nisi prius tantisper stare, & veluti immobilis videatur.

§. 84. Si spectetur ipsius Planetæ  $M$  motus circa Solem, tum Stationarius erit, cum Tellus in ejusmodi situ  $T$  versatur respectu ejusdem Planetæ  $M$ , ut arcus  $Tt$ ,  $Mm$  eodem parvi temporis intervallo a Tellure & Planeta descripti, rectis lineis  $TM$ ,  $t m$  parallelis contineantur; quemadmodum supra de Planetis inferioribus demonstratum est. Item quemadmodum supra de inferioribus Planetis ostendimus eos diutius in directione, quam in retrogradatione moveri, id ipsum ob eandem rationem in Planetis superioribus obtinere facile quisque dijudicabit.

§. 85. Phænomena circa Latitudinem similia sunt iis, quæ explicata sunt respectu Planetarum inferiorum.

§. 86. Jupiter & Saturnus ad magnam distantiam Telluris Orbitam cingunt, quare ubique fere tota illorum Hemisphaeria, quæ a Sole illuminantur, e Tellure visibilia sunt; ideo semper rotundi apparent hi Planetæ.

§. 87. Quia minus distat Mars, paululum gibbosus apparet, inter Conjunctionem & Oppositionem cum Sole.  
(1)

## C A P U T VI.

*De Phenomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis.  
Ubi de Eclipsibus Solis & Lunæ.*

§. 88. **S**atellites Jovis & Saturni semper in Motu Primarios suos comitantur, & nunquam ultra certos Limites, qui ex horum a Primariis distantis facile determinantur, ab utraque parte recedere videntur, alternisque vicibus in antecedentia & in consequentia feruntur. Aliquando omnes ad eandem partem Primarii dan-

(1) Planetas Superiores multo majores videri in oppositionibus, quam in conjunctionibus cum Sole facile patet, si spectetur priori casu multo minus a Tellure abesse, quam in altero, & distantiarum discrimen Ellipticæ diametro æquale esse. Id autem cum ad semidiametrum Orbitæ Martis majorem habeat proportionem, quam ad reliquarum orbitarum semidiametros, longe majus magnitudinis Martis erit discrimen in oppositione & conjunctione, quam in ceteris superioribus Planetis. Est Mars in oppositione quinquies circiter nobis propior, quam in conjunctione: adeoque cum visibilis ejus discus, & splendor augeatur in duplicata diminutæ distantie ratione, Mars vigesies quinquies major, & simul lucidior in oppositione Solis, quam in ejus conjunctione apparebit.

Jupiter quinquies circiter longius a Sole removetur, quam Tellus; igitur apparet Solis diameter, qui nobis est triginta scrupulorum, e Jove visus sub angulo sex tantum scrupulorum apparebit; ejusque discus vigesies quinquies minor Jovicolis apparebit, quam nobis; iidemque luminis & caloris actio a Sole prodacta erit vigesima quinta pars tantum ejus, qua nos fruimur; Saturnus vero cum decies longius a Sole distet,

quam nos, apparet Solis diameter ex illo visus sub angulo trium tantum scrupulorum conspicietur, Solisque discus e Saturno spectatus centies minor apparebit, & tam lux, quam calor in eadem ratione in Saturno minuentur; quamobrem Saturni regiones nostrarum respectu oportet esse frigidissimas.

Superiorum Planetarum nullus in Solis disco videri unquam e Terra potest, ut Veneri, & Mercurio contingit; potest tamen eorum quivis a Sole tegi, quando Planeta cum illo conjunctus, sit Nodo satis vicinus, ut post Solem lateat.

Demum id de Planetis Universalis sive superioribus, sive inferioribus præstat observare, eos Soli oppositos oriri occidente Sole, & illo Oriente occidere; postquam autem a Solis oppositione digressi sunt, & Orientaliores facti, post Solis Occasum esse conspicuos, majori vel minori temporis intervallo, prout magis vel minus ab oppositione recesserunt; donec Soli conjuncti simul cum illo occidunt, & oriuntur. Demum postquam a Sole recesserunt Occidentales facti, conspici tantum posse ante Solis ortum; nam vespere citius Sole occidunt, donec ad Solis oppositionem iterum pervenientes, rursus oriuntur decedente Sole.

dantur, aliquando inter ipsos Primarius observatur. Jovis Satellites semper, aut in eadem Linea recta disponuntur, aut parum ab hac distant. Quæ omnia ex Motu circa Primarios, in Planis, exiguo inter se, & cum Plano Eclipticæ, Angulos efficientibus, facile deducuntur.

§. 89. Non omnes Saturni, aut Jovis, Satellites semper simul visibiles sunt. Quando inter Primarium & Tellurem dantur, ab ipso Primario distingui non possunt; aliquando a Primario obteguntur, sæpe in Umbra Primarii immerguntur.

## DEFINITIO 1.

§. 90. Talis in Umbra Immerfio dicitur *Satellitæ Eclipsis*; de qua vide quæ cap. 27. horum Elementorum §. 850. dicta sunt.

§. 91. Inter Saturni Comites Annulum dari diximus; circa quem notandum, Annuli Latitudinem, pro Spectatore in Tellure, Saturni Diametrum nunquam superare, & ipsum Annulum aliquando invisibilem esse; quando nempe Planum Annuli continuatum per Tellurem transit; Annuli enim Crassities sensibilis non est. Etiam non videtur Annulus, quando hujus Planum continuatum, inter Solem & Tellurem transit; tunc enim Superficies Annuli illuminata a Tellure avertitur. Confer ea, quæ §. 27. hujus tractatus adnotavimus.

§. 92. In utroque casu Saturnus rotundus apparet; in ultimo tamen, ex Radiis ab Annulo interceptis, Fascia nigra in Planetæ Superficie observatur, similis illi, quæ ab Umbra Annuli pendet.

§. 93. Telluris Satellitis, Lunæ nempe, Phænomena nostri respectu notabiliora sunt, & peculiariter explicanda. Sæpiissime Soli conjungitur, totiesque huic opponitur, non tamen in singulis Revolutionibus Lunæ in Orbita; nam dum Luna, post Revolutionem integram 27. Dies. 7. Hor. iterum redit ad Locum inter Stellæ fixas, in quo, cum Sole fuit conjuncta, Sol ex hoc Loco recessit, & ab hoc circiter distat 27 gr.; quare nisi post aliquot Dies Solem non attingit, & Conjunctiones vicinæ distant viginti novem Diebus cum semisse.

## DEFINITIO 2.

§. 94. Mensis Lunaris periodicus est Tempus Revolutionis Lunæ in Orbita.

## DEFINITIO 3.

§. 95. *Mensis Lunar*is *Synodicus*, seu *Lunatio*, est Tempus, quod Luna impendit inter Conjunctiones cum Sole proximas.

§. 96. Invisibilis est Luna in conjunctione cum Sole; quia Hemisphærium illuminatum a Tellure avertitur. Sit Tellus T; (Tab. 2. Fig. 7.) Luna in N, inter Solem & Tellurem; Hemisphærium illuminatum erit *m N i*, quod a Tellure videri non potest. Dum Luna, in Orbita a Conjunctione ad Oppositionem fertur, pars illuminata, quæ semper Solem versus dirigitur, continuo magis ac magis Spectatoribus in Tellure visibilis est; & in Punctis A, B, C, successive Figuras *a, b, c*, acquirit Luna. In P, in Oppositione cum Sole, rotunda apparet; deinde per D, E, F, transeundo decrescit, ut in *d, e, f*, representatur.

## DEFINITIO 4.

§. 97. Conjunctio Lunæ cum Sole vocatur *Novilunium*. Post Conjunctionem Luna quasi renasci videtur.

## DEFINITIO 5.

§. 98. Oppositio Lunæ cum Sole vocatur *Plenilunium*; quia Luna pleno Orbe lucida apparet.

## DEFINITIO 6.

§. 99. Nomine communi Oppositio & Conjunctio Satellitis cum Sole vocantur *Syzygia*.

§. 100. In A & F pars Lunæ obscura, Radiis a Tellure reflexis, paululum illuminatur; ideo pars hæc obscura percipitur a Spectatore, cui Sol visibilis non est, id est, in primo casu post Occasum Solis, in secundo ante hujus Ortum.

## DEFINITIO 7.

§. 101. Quando Solis Lumen a Luna intercipitur, itaut in totum, aut pro parte, respectu Spectatoris cujuscunque in Tellure, Sol obtegatur, Sol dicitur *Eclipsim* pati. Proprie loquendo, hæc est Eclipsis Telluris, in cujus Superficiem cadit Lunæ Umbra, aut Penumbra.

## DEFINITIO 8.

§. 102. *Lunæ Eclipsis* est Obscuratio Lunæ ex Umbra Telluris.

§. 103.



§. 103. Nunquam Solis Eclipsis observatur, nisi quando Novilunium celebratur. Nunquam Luna deliquium patitur, nisi in Plenilunio. Non tamen in singulis Syzygiis Luminaria deficiunt; quia Luna non in Plano Eclipticæ moveretur, in quo semper dantur Sol & Tellus; quare propter Latitudinem Lunæ hujus Umbra in Novilunio sæpe Tellurem non tangit, & ipsa in Plenilunio ad latus Umbræ Telluris transit. Quando autem Lunæ Latitudo aut nulla, aut exigua est, id est, quando in Nodo, aut prope hunc versatur Luna in Syzygiis, Eclipsis observatur; in hoc casu in Ecliptica, aut parum ab hac distans apparet Luna; & inde Nomen suum habet hæc Linea, ut diximus.

§. 104. Ut quæ Lunæ Eclipsim spectant, clarius pateant, sit Lunæ Semita OO; (Tab. 5. Fig. 1.) Planum Eclipticæ RR; in hoc semper datur Centrum Umbræ Telluris; Nodus Orbitæ Lunæ est N. Si Umbra Telluris sit in A, non obscuratur Luna, quæ in F transit. Si minus a Nodo distet Luna in Plenilunio, ut in G, Umbra Telluris datur in B, & Luna pro parte obscuratur; hæc Eclipsis dicitur *Partialis*. Si, posita Umbra in D, Plenilunium celebretur, in totum tenebris obtegatur Luna in I; in Lin Umbram cadit, in H ex hac exit; & Eclipsis dicitur *Totalis*. *Centralis* vocatur Eclipsis, quando Centrum Lunæ transit per Centrum Umbræ, quod in ipso Nodo N tantum obtinet.

§. 105. De Telluris Umbra huc usque locuti sumus; quia quando de Tellure loquimur, cum hac conjunctam etiam intelligimus Atmosphæram. De Atmosphære Umbræ proprie agitur in Eclipsibus Lunaribus; ipsius enim Telluris Umbra ad Lunam non pertingit.

§. 106. Sit T (Tab. 7. Fig. 8.) Tellus, Atmosphæra FDGGDF circumdata. Radii solares BD, BD Atmosphæram tangentes recta progrediuntur, & Atmosphære Umbram terminant, extra quam si Luna detur, immediate a Radiis solaribus illuminatur, non vero eodem modo: inter BD & BD illustratur. Radii, qui oblique Atmosphæram intrant, Refractionem patiuntur; & dum ad Tellurem accedunt, continuo in Medium densius atque densius penetrant; ideoque omnibus momentis inflectuntur, & per Curvas moventur. Sic Radii EF, EF in Curvis FG, FG Tellurem tangentibus, per Atmosphæram penetrant. Omne Lumen inter EF, EF a Tellure intercipitur, & Radii i GA,

GA, GA terminant Telluris Umbram: Lumen autem inter EF & BD ab Atmosphæra refractum, dispergitur inter GA & BD continuatas; & ultra A Mucronem Umbræ Telluris Lumina ab omnibus partibus accedentia confunduntur, sed recedendo a Tellure continuo debiliora sunt: itaut Umbra Atmosphære non sit Umbra perfecta, sed Lumen debile, quo Luna in Eclipsi visibilis est.

§. 107. Atmosphære Umbra est conica; quia Solis Diameter Atmosphære Diametrum, quæ vix a Telluris Diametro differt, superat; & Conus hic ad Martem non pertingit, ut ex Observationibus immediatis constat, & facile quoque ex eo deducitur, quod Umbræ Diameter, in Loco ubi ab Orbita Lunæ secatur, a Telluris Diametro vix quarta parte superatur.

§. 108. Ratiocinio simili illi, quo probavimus, Lunam in Atmosphære Umbram cadere, quando in Plenilunio Luna in Nodo, aut prope hunc datur, probatur Lunæ Umbram in Tellurem cadere in Novilunio, quando aut in Nodo, aut prope Nodum, Luna versatur; ideoque in hoc casu Solem Eclipsin pati; circa quam varia sunt notanda (1).

§. 109. Sit Sol S; (Tab. 2. Fig. 9.) Luna L: cadat hujus Umbra in Planum quodcunque in GH. Umbra hæc Penumbra circumdatur; nam ultra M & E Planum hoc ab integro Solis Hemisphærio illuminatur; ab M accedendo ad H, & ab E ad G, Lumen continuo minuitur, & in vicinis G & H Radii ab exigua tantum parte Superficiei Solis ad Planum perveniunt (2).

DE-

(1) At cum Luna multo minor sit Terra, nunquam illius umbra totum telluris discum suis tenebris involvere poterit, sed exigua modo hujus pars obscurabitur; & Eclipses hæc erunt omnes partiales; eæque solum Telluris partes in tenebris erunt, Solemque deficere videbunt, quæ Lunari umbra tuerint occupatæ. Solis Eclipses dicuntur, quamquam improprie, cum Sol suam lucem illibatam retineat, & tantum telluris partes, quas Lunaris umbra tangit, lumine privantur.

(2) Quo clarius hæc intelligantur,

ducatur recta APM lævum Solis latus, dextramque Lunæ partem contingens; item DQE dextrum Solis, & lævum Lunæ latus lambens, quæ priorem sedet in R. Si manente puncto R immobili, recta RPM, vel RQE indefinite protensa, & circa axem per R & L transeuntem convertatur, superficies conica FQPM indefinita generabitur, umbram perfectam QGHP includens, & spatium etiam MPHGQE, quod umbram ei circumambit. Hoc spatium Penumbra dicitur, quia non a toto

## DEFINITIO 9.

§. 110. Lux hæc imminuta, qua ab omni parte Umbra GH circumdatur, vocatur *Penumbra*.

§. 111. Simili *Penumbra* Telluris Umbra in Eclipsi Lunari circumdatur. Sed hæc tantum in vicinis Umbræ sensibilis est, & ideo exiguam habet Latitudinem; integra autem potest observari a Spectatore posito in Plano, in quod Umbra cadit, qui casus in Eclipsi Solari exstat. Spectator in I aut F Semi-diametrum Solis tantum videre potest, reliquum Diametri a Luna tegitur; & ab M progrediendo H versus, Sol a Luna continuo magis ac magis obtegatur, donec in ipsa Umbra plane invisibilis sit (1).

§. 112. Ex hisce sequitur Solarem dari Eclipsim, licet Lunæ Umbra Tellurem non tangat, si modo *Penumbra* ad hujus Superficiem perveniat.

Etiam non in omnibus Locis, in quibus Sol visibilis est, Eclipsim observari; & in Locis, in quibus observatur, diversam esse, prout Umbra, aut pars varia *Penumbrae*, per Locum transit.

Lunæ Eclipsis vero ubique eadem est, ubi Luna, durante Eclipsi, visibilis est.

Tom. II.

T

Quan-

to Solis lumine illustratur, sed tantum ab aliqua ipsius parte, quæ major est, vel minor, prout *penumbrae* partes magis ab umbra sunt remotæ, aut ad illam magis accedunt. *Penumbra* siquidem non ejusdem ubique est claritatis; partes quippe ipsius prope G & H, coni umbrosi oras, sunt obscuriores, quam prope E & M *penumbrae* terminos: illæ enim minori Solaris disci parte illustrantur, quam reliquæ ab axe coni magis remotæ. Spectator in I, vel F, dimidium Solaris disci faciem spectabit, ut videre est ductis ab iisdem punctis per Lunæ oras Q & P rectis IPB, FQB, reliqua disci parte a Luna obtecta. In Solari itaque Eclipsi erunt tractus telluris Lunæ *penumbra* occupati, erunt & alii in umbram immersi, si scil. Telluris distantia a Luna minor sit umbræ Lunaris altitudine: igitur quæ loca

telluris occupantur ab umbra, ea Sol omnino latet, eritque eorum respectu totale Solis deliquium; sed quæ loca transit *penumbra*, Sol pro parte latebit, pro reliqua conspicuus erit, diciturque ea Solis defectio tantum *partialis Eclipsis*; quæ quidem major, vel minor erit, prout ea loca ad umbram magis, vel minus accedunt.

(1) Cum telluris umbra simili *penumbra* undique circumambiat, Luna nequit ad ejus umbram pertingere, nisi prius *penumbram* subeat. Hinc intelligitur cur ingruente Eclipsi tempore, Luna expallere incipiat; magis autem maxisque pallescat, prout ad interiores *penumbrae* partes magis accedit, donec ad umbram cum tandem devenit, penitus obscuratur; pallor enim oritur ex *penumbra*, obscuratio vero a *umbra*.

Quando Umbra ipsa Lunæ in Tellurem cadit, *Totalis* dicitur Solis Eclipsis; si Penumbra tantum pertingat ad Tellurem, *Partialis* dicitur, illudque in genere considerando Eclipsin.

Quantum autem ad Loca peculiaria, *Totalis* dicitur in illis Locis, per quæ Umbra transit; *Centralis* in illis, per quæ Centrum Umbræ transit, id est, in quibus Centrum Lunæ tegit Solis Centrum; tandem *Partialis* dicitur, ubi Penumbra tantum transit. Vide Fig. 10. Tab. 2.

§. 113. Quo Umbra GH (Tab. 2. Fig. 9.) latior est, eo in pluribus Locis Eclipsis totalis est, & diutius Sol in totum obscuratur. Diversa vero est hæc Umbræ Latitudo, pro varia Lunæ a Tellure, & hujus a Sole, distantia.

§. 114. Si Solis Eclipsis detur, posita Tellure in Perihelio, & Luna in Apogeo, id est, ad distantiam a Tellure maximam, Umbra Lunæ ad Tellurem non pertingit, & Luna integrum Solem non obtegit; Annularis talis dicitur Eclipsis; qualem in Figura 11. Tab. 2. exhibemus.

## C A P U T VII.

### *De Phænomenis ex Motu Solis, Planetarum, & Lunæ circa Axes.*

§. 115. **S**olis Motus circa Axem sensibilis est ex oculis, quæ in Solis superficie sapissime observantur: hæ singulis Diebus Situm & Figuram mutare, & nunc celerius, nunc tardius ferri videntur, quæ omnia ex Motu Superficieï sphæricæ facile deducuntur: & Sol, qui si tali Motu non agigaretur, semel tantum in integro Anno totam Superficiem Telluri successive obverteret, nunc illam integram, in minori quam unius Mensis spatio Terricolis videndam præbet.

Similia sunt Phænomena ex Rotatione Jovis, Martis, & Veneris, circa Axes, qui Motus, ex Maculis in Planetarum Superficiebus, sensibiles sunt. Conferantur ea, quæ ad §. 24. sunt adnotata.

§. 116. Dum Tellus circa Axem rotatur, Spectator, qui transfertur, se quiescere, omnia vero Corpora cælestia moveri, imaginatur. Confer quæ in Physicæ Elementis ad §. 997. adnotavimus.

## DEFINITIO 1.

§. 117. Puncta in Sphæra Stellarum fixarum, in quibus Axis Telluris ab utraque parte continuatus pertingit, vocantur *Poli Mundi*; idemque axis continuatus, *axis Mundi* appellatur.

## DEFINITIO 2.

§. 118. Motus apparens ex Motu Telluris circa Axem, vocatur *Motus diurnus*.

## DEFINITIO 3.

§. 119. Concipitur Planum per Centrum Telluris transiens, ad hujus Axem perpendiculare, quaquaversum continuatum, & Circulus, in quo Sphæram Stellarum fixarum secat, vocatur *Æquator cælestis*.

In Motu Telluris circa Solem movetur Æquator, sed cum Planum hujus Circuli Motu parallelo feratur, Æquator cælestis non mutatur (1).

## DEFINITIO 4.

§. 120. Circuli, quorum Plana per Axem Telluris transiunt vocantur *Meridiani*. Omnes per Polos Mundi transiunt, & ad Æquatorem perpendiculares sunt.

## DEFINITIO 5.

§. 121. Arcus Meridiani cujuscunque, inter Æquatorem & Sidus interceptus, vocatur *Declinatio Sideris*, suntque adeo Meridiani Æquatoris secundarii.

§. 122. Sit in Tellure T (Tab. 3. Fig. 2.) Spectator, qui visum dirigit per TA; post aliquod Tempus, ubi Linea

T 2

TA

(1) Quemadmodum per secundarios Eclipticæ, quodvis in Cælo punctum ad eandem Eclipticam potest referri, ita Æquator suos habet secundarios. Per Æquatoris, seu Mundi polos, & datum sydus hi circuli transeunt, Æquatorem idcirco ad angulos rectos intersecantes. Arcus Æquatoris inter initium Arietis, & punctum intersectionis secundarii per datum sidus transeuntis, dicitur eius sideris *ascensio recta*. Eiusdem vero *declinatio* est arcus secundarii stellam inter & Æquatorem interce-

ptus; estque *borealis*, vel *australis*, prout versus hunc, vel illum polum Stella declinat. Secundariorum Æquatoris sunt præcipui duo *Coluri* communiter dicti; quorum alter per puncta Æquinoctialia transiens *Colurus Æquinoctiorum* dicitur; alter priorem ad angulos rectos secans, & per Eclipticæ, & Æquatoris polos transiens dicitur *Colurus Solstiorum*, quod scilicet Eclipticæ occurrat in punctis Solstitialibus, quæ ab Æquatore sunt remotissima.

TA Motu Telluris translata, erit in  $Ta$ , si per eandem Lineam visum Spectator dirigat, Corpus A translatum apparebit per Arcum  $aA$ ; ubi vero Linea ad pristinum situm TA redierit, Corpus integram Revolutionem peregrisse videbitur. Si autem visum per Telluris Axem dirigat Spectator, quia dum Tellus rotatur, quiescit Axis, Corpus, quod in hoc videtur, non translatum apparebit; ideo in Polis Mundi Motus diurnus non observatur. Corpora autem in horum viciniis circa Polos rotari clarum est, & Corpus Motu diurno Circulum eo majorem describere circa Polum immobilem, quo magis ab hoc distat. Ideo tota Sphæra Stellarum fixarum circa Axem Telluris continuatum rotari videtur in eo Tempore, in quo Tellus revera circa Axem rotatur. Motus ergo diurnus communis est omnibus Corporibus cælestibus, nisi quatenus turbatur Motibus antea memoratis (1).

§. 123. Æquator ab utroque Polo æqualiter distat, & dividit Cælum in duo Hemisphæria, quorum Puncta media sunt Poli Mundi; qui ergo a singulis Punctis Æquatoris æqualiter distant; Corpora idcirco cælestia, quæ sunt in Æquatore, Motu diurno ipsum Æquatorem describere videntur, Circulum omnium maximum, qui Motu diurno describi potest; reliqua Corpora Circulos Æquatori parallelos describunt.

§. 124. Axis Telluris ad Planum Eclipticæ inclinatur, & efficit Angulum 66 gr. 31'; distant ideo Poli Mundi a Polis Eclipticæ Gradibus 23. 29'; & Angulum 23. gr. 29'. cum

(1) Cum Spectator in Telluris motu circa suum axem sibi quiescere videatur, corpora vero cælestia, ad quæ attendit, moveri, clare liquet, ubi linea TA in situm TA pervenit, corpus A per arcum  $aA$  motum fuisse sibi apparitum, scil. versus plagam contrariam ei, qua Tellus movetur. Cumque tellus ab occasu in ortum 24 horarum spatio circa axem suum revolvatur, sequitur universam Stellarum fixarum sphæram, seu Firmamentum, & in eo contenta quæque corpora ab ortu in occasum eodem temporis intervallo moveri apparere, præscindendo scil. ab omni alio motu, quo A-

stra contraria ratione, ab occasu seu in ortum, ferri possunt. Id revolutionis tempus dicitur *dies Æquinoctialis*, quod scilicet labitur, donec punctum aliquod Æquatoris, vel ejus paralleli a Meridiano profectum ad eundem Meridianum redit. Dies hic semper idem est & constans, eodemque 24 horarum intervallo semper absolvitur; & quemadmodum 360. Æquatoris gradus a dato quovis in eo puncto 24 horis percurruntur, ita 15 ejusdem gradus unius horæ intervallo absolvuntur, & unus Æquatoris gradus quatuor horæ minutis primis, 15 minuta prima Æquatoris unico horæ minuto.

cum Plano Eclipticæ efficit Planum Æquatoris (1). Planum utrumque per Telluris Centrum transit; cum autem hoc pro Centro Sphæræ Stellarum fixarum haberi possit, sequitur Æquatorem & Lineam Eclipticam esse Circulos majores, qui ad se mutuo inclinantur, & sese mutuo secant in duobus Punctis oppositis, principio Arietis, & principio Libræ; quæ Puncta in via Solis hæc intersectio- nibus determinantur.

§. 125. Quando Sol est in illis Punctis, Motu diurno Æquatorem describere videtur. Dum Motu suo apparenti in Ecliptica transfertur, continuo magis ac magis ab Æquatore recedit, augeturque hujus Declinatio, & Circulos de die in diem minores describit, donec ad distantiam maximam ab Æquatore pervenerit, quæ est 23. gr. 29': de- inde iterum ad Æquatorem accedit, hunc prætergreditur, etiam ad 23. gr. 29', ad Polum oppositum accedens.

## DEFINITIO 6.

§. 126. Circuli a Sole Motu diurno descripti, ab Æqua- tore maxime distantes, id est 23 gr. 29', vocantur *Tro- pici*.

Unus tangit Lineam Eclipticam in primo gradu Can- cri, & dicitur *Tropicus Cancri*; alter *Tropicus Capricorni* nominatus, per primum Punctum Signi Capricorni trans- it, ibique Eclipticam Lineam tangit.

T 3

DE.

(1) Angulus 23. 29', quem Ecli- pticæ planum cum plano Æquatoris constituit, maximam notat ejusdem Eclipticæ declinationem, Coluri Sol- stitiorum arcu, inter ea duo plana intercepto, dimetiendam. Eam una- nimiter omnes inodo Astronomi post Cl. de la Hire observationes prope Æquatorem habitas, usurpant, con- stantemque & invariabilem habent. At Veteribus, Recentioribusque A- stronomis alia fuit ejusdem declina- tionis mensura; Pytheas eam posuit Grad. 23. 52'. 41", Eratosthenes, Hipparchus, & Ptolomæus 23. 51. 20", Copernicus 23. 28', 30", Ti- cho 23. 30', 22". Keplerus 23. 30'. 30", Gassendus 23. 31". Ricciolus & Hevelius 23. 30'. 20". Suspicati sunt plures, lique celeberrimi Astro-

nomi, veluti Copernicus, Ticho, Bullialdus, aliique. Eclipticæ decli- nationem variabilem esse, & inter ceteros nostro tempore Hugenius de Louville in Actis Eruditorum An. 1719. operose adstruit Eclipticæ obli- quitatem singulis seculis uno minuto primo decrescere: id ipsum existimas- se Ægyptios auctor est Herodotus, ex quorum traditione refert Eclipti- cam ad circulum Æquinoctialem fuisse quondam perpendicularem, atque adeo per Mundi polos trans- isse. At obscurissima, & valde in- certa hæc sunt, de quibus futuris seculis fortasse quidpiam statuere li- cebit; & interim præstat Eclipticam declinationem constantem habere cum ceteris Astronomis, scil. grad. 23. 29'

## DEFINITIO 7.

§. 127. Polus Mundi Tropico Cancrī vicinus, vocatur *Polus Arcticus*, & *Septentrionalis*; oppositus *Antarcticus* nuncupatur, etiam *Australis*.

## DEFINITIO 8.

§. 128. Circuli a Polis Eclipticæ Motu diurno descripti, id est, a Polis Mundi 23. gr. 20. distantes, nominantur *Circuli Polares*.

*Circulus Polaris Arcticus* dicitur, qui Polum Arcticum circumdat; a Polo Antartico alter nomen suum mutuatur.

§. 129. Superest Lunæ Motus circa Axem, cujus Effectus est, quod eadem Lunæ Facies in perpetuum Telluri obvertatur.

Sit Luna in N (*Tab. 2. Fig. 7.*), Facies Telluri obversa est *mni*; si Luna circa Axem non rotaretur, & singula Puncta per Lineas parallelas translata forent, Linea *mi* coincideret cum Linea *ln* in situ Lunæ in B, & Hemisphaerium memoratum *mni* daretur in *lmn*; sed quia dum Luna quartam partem Orbitæ describit, etiam quartam partem Revolutionis circa Axem peragit, Facies, quæ daretur in *lmn*, nunc datur in *mni*, id est, iterum Telluri obversa. Eodem modo probatur hanc eandem Faciem *mni*, in situ Lunæ in P, Spectatori in Tellure esse conspicuam, & in E etiam Telluri obverti: ut & in omnibus aliis Punctis Orbitæ Lunæ. Continuo illa pars Faciei Lunæ, quæ hujus Motu in Orbita a Tellure avertitur, Motu ejusdem circa Axem huic obvertitur.

§. 130. Cum vero Motus circa Axem sit æquabilis, & in Orbita celeritate inæquali Luna feratur, contingit, versante Luna in Perigeo, id est, ad distantiam minimam a Tellure, ubi celerrime in orbita movetur, partem Superficie, quæ ex Motu in Orbita, a Tellure avertitur, non totam ex Motu circa Axem huic obverti; ideo pars Superficie Lunæ antea non visa, ad latus detegitur; quæ, ubi Luna pervenit ad Apogæum, iterum invisibilis est.

§. 131. Hac de causa Luna Motu quodam libratorio agitata videtur.

§. 132. Alius etiam in Luna observatur Motus libratorius. Siquidem Axis Lunæ ad Planum Orbitæ non est perpendicularis, sed paululum ad hoc inclinatur: Axis in Motu suo circa Tellurem Parellelismum servat, ut de Pla.



Planetis primariis dictum, idcirco Situm suum mutat respectu Spectatoris in Tellure, cui nunc unus, deinde alter Lunæ Polus visibilis est: unde hæc motu quodam vibratorio agitata videtur.

## CAPUT VIII.

De Phænomenis Telluris Superficiem, & peculiares hujus Partes, spectantibus.

§. 133. **P**hænomena cælestia huc usque examinata explicavimus; Spectatorem considerando agitarum Motibus, quibus Tellus revera agitur. Illum nunc Superficiæ Telluris impositum, & per varias hujus partes translatum consideramus.

§. 134. Phænomenon primum hic notandum est, ex interposita Tellure, dimidium Cælorum visum fugere Spectatoris positi in illius Superficie.

## DEFINITIO 1.

§. 135. Circulus in Cælis, qui separat partem visibilem ab invisibili, quando Radii inæqualitatibus in Telluris Superficie non intercipiuntur, vocatur *Horizon*.

Cum Altitudo, ad quam Spectator supra Telluris Superficiem possit attolli, admodum exigua sit, relata ad Telluris Semidiametrum, Oculus Spectatoris potest haberi pro posito in ipsa Superficie.

Sit Tellus *T* (Tab. 3. Fig. 4.); Spectator in *S*; *PE* per Sphæra Stellarum fixarum; si per S concipiatur Planum *HH* Tellurem tangens, erit hoc Horizontis Planum, cujus sectio cum Sphæra Stellarum fixarum est *Horizon*. Per Centrum Telluris concipitur Planum *hh*, ad *HH* parallelum; Distantia *hH* insensibilis est, propter immensam Stellarum fixarum distantiam; potest ideo hujus Plani sectio cum Sphæra memorata pro Horizonte *HH* usurpari (1).

T 4

DE-

(1) Accurate loquendo duplex dicitur debet *Horizon*, prior scilicet *HH* *physicus* & *sensibilis* dictus, quod reapse sensibilem & conspicuam tali partem ab inconspicua distinguit; alter, ut *hh*, *Astronomicus*

& *Rationalis* dicitur, quod scilicet ab Astronomis sola mente, non sensu concipiatur. Hic cum per centrum Sphæra Cælestis transeat, circulus est in ea maximus, eamque in duas æquales partes, seu duo hemisphæras.

## DEFINITIO 2.

§. 136. Adscensus Siderum supra Horizontem, vocatur horum *Ortus*.

## DEFINITIO 3.

§. 137. Descensus infra Horizontem dicitur Siderum *Ortus*.

## DEFINITIO 4.

§. 138. Si per Centrum Telluris, & Spectatorem concipiamus Lineam, quæ necessario Horizonti perpendicularis est, inter Stellæ fixas pertinet in Puncto Z, quod vocatur *Zenit*.

## DEFINITIO 5.

§. 139. Punctum huic oppositum N vocatur *Nadir* (1).

## DEFINITIO 6.

§. 140. Sectio Plani Meridiani per Spectatorem transeuntis cum Horizonte, vocatur *Linea Meridiana* (2); eaque a Septentrione ad Austrum dirigitur.

## DEFINITIO 7.

§. 141. *Pars Cælorum orientalis* dicitur illa, ad quam Corpora cælestia supra Horizontem ascendere videmus.

Oppo-

spæria dispescit. At horizon sensibilis per centrum non transiens in duo inæqualia segmenta sphaeram dividit, quæ tamen, ut alibi etiam observatum est, physice æqualia haberi possunt.

(1) Sunt adeo duo hæc puncta Z & N horisontis poli, & jure *puncta verticalia* appellantur, quod vertici, & pedibus Spectatoris perpendiculariter imminant. Hæc cum ad singulos Spectatoris incensus mutantur, patet utrumque horisontem fixum & immobilem circumulum non esse, sed variabilem.

(2) Hujus lineæ insignis usus est in Astronomia, Geographia, Gnomonica: invenitur facillime erigendo ex dato Planis horizontalis puncto perpendicularem stylum, seu gnomonem, cujus radici, seu puncto apici directe subjecto, ut centro, describatur circuli circumferentia, in

qua punctum notetur, quod ante Meridiem apicis umbra attingit. Rursus post Meridiem similis observatio fiat, signeturque ejusdem circumferentiæ punctum ad quod apicis umbra pervenit. Interjectus inter hæc puncta circumferentiæ arcus bifariam dividatur, & per id bisectionis punctum, & circuli centrum recta linea ducatur; hæc erit quaesita Meridiana. Nam cum apicis umbra ante & post Meridiem eam circumferentiam attingat, Sol iisdem temporibus a Meridiano æqualiter distat: linea ergo per centrum circuli, & ad medium punctum ducta in Meridiano plano esse debet; sed ex hypothesi est etiam in horisonte; ergo communis erit eorundem planorum sectio. Quovis anni tempore, dum gnomonis umbra in ea linea versatur, præcise in eo loco sit Meridies.

Opposita Cæli pars, in qua infra Horizontem eadem Corpora descendunt, dicitur *Occidentalis*.

Hæ duæ partes linea Meridiana separantur, quam ad utramque partem ad Cælum usque in Plano Horizontis continuatam concipimus.

§. 142. *Punctum Orientis* illud est, in quo Perpendicularis ad lineam Meridianam, partem Orientalem versus per Spectatorem ducta, Sphæram Stellarum fixarum secat.

## DEFINITIO 8.

§. 143. *Punctum* huic oppositum vocatur *Punctum Occidentis*.

## DEFINITIO 9.

§. 144. *Amplitudo* alicujus sideris est Arcus Horizontis inter Punctum Orientis, aut Occidentis, & Punctum, in quo Sidus oritur, aut occidit, interceptus. Prima dicitur *Ortiva*, altera *Occidua*: utraque est aut septentrionalis, aut meridionalis; prout ad septentrionale aut meridionale hemisphærium spectat.

## DEFINITIO 10.

§. 145. *Altitudo Sideris supra Horizontem* vocatur Arcus Circuli perpendicularis ad Horizontem, in cujus Centro est Spectator, inter Horizontem & Sidus interceptus.

§. 146. Quando agitur de Corporibus remotis, Altitudo sensibilibiter non differt, siue Spectator detur in Superficie Telluris, siue in hujus Centro. Corpora minus distantia altiora apparent, posito Spectatore in Centro.

## DEFINITIO 11.

§. 147. Differentia Altitudinis Sideris, pro diverso situ Spectatoris, in Centro, aut in Superficie Telluris, vocatur *Sideris Parallaxis* (1).

§. 148.

(1) Siderum parallaxim jejune nimis hic Auctori indicatam præstat apposito schemate paulo fufius in Tironum gratiam explicare. Sit (Fig. 2. Tab. 4. Astron.) T Telluris centrum, quod & Sphære Cælestis centrum etiam supponimus: A sit oculus Spectatoris in terræ superficie, ejusque vertex seu Zenit P: circulus PHI referat Cælum Stellarum, linea AED horizontem sensibilem, TI rationalem. In hori-

zontali linea AD jaceat sidus C, quod si ab oculo A inspiciatur, ad punctum D Cæli stellati in eadem horizontali linea referetur, qui locus ejus *apparent* dicitur. Quod si idem sidus e Telluris centro T spectetur, in G apparebit, arcu DG supra horizontem elevatum, qui dicitur ejusdem sideris *locus verus*; & arcus GD differentia inter locum verum & visum, dicitur *Parallaxis Altitudinis* & simpliciter *Parallaxis* ejus sideris

## §. 148. Solius Lunæ Parallaxis Observationibus determinatur,

Quod si idem sidus supra horizontem altius elevetur, puta ex C in M venerit, ejus locus verus a telluris centro visus est O; visus vero a superficie puncto A est H, & parallaxis est arcus O H, qui arcu G D minor est. Hinc patet sideris in horizonte existentis parallaxim esse omnium maximam; quo altius attollitur sidus, eo minorem fieri parallaxim, donec cum ad verticem sidus pervenerit, nulla illa sit; si quidem cum in Q datur phenomenon, id tam ex A, quam ex T conspectum, in eadem recta T P videtur, nullaque tum est differentia inter locum verum & visum.

Quo remotius fuerit a Terra sidus, eo minor sit ejus parallaxis, ita sideris Ee tellure longius remoti parallaxis est F D, quæ minor est parallaxi D G sideris C minus a tellure distantis: item sideris N parallaxis est O L minor parallaxi O H propioris sideris M.

Ex dictis liquet parallaxim esse differentiam inter distantiam sideris a centro telluris visi a vertice, & eam quæ ab eodem vertice datur, dum a telluris superficie conspicitur, ita O L est differentia inter arcum P O & P L; G D est differentia inter arcum P G, & P D.

Distantiam sideris N a centro T conspecti, a vertice P, metitur angulus P T N, distantiam vero apparentem ex telluris superficie puncto A, scilicet arcum P L, metitur angulus P A L. Horum angulorum differentia est angulus T N A, ob angulum externum P A L duobus internis A T N, A N T, per 32. l. 1., æqualem. Hic ergo angulus A N T, vel ad verticem oppositus O N L parallaxim metitur, qui idcirco & *parallaxis*, & *angulus parallacticus* etiam appellatur.

Est autem hic angulus parallacticus ubique ille, sub quo Terræ semidiameter per observatoris locum

ducta e sidere videretur: hinc ubi ea semidiameter directe videtur, ut cum in horizontali linea A D reperitur sidus, is angulus est maximus; nullus vero est, cum sidus in vertice reperitur, & ascendendo ab horizonte ad verticem perpetuo minuitur secundum hanc rationem, ut *sinus parallaxis sit ad sinum distantie sideris a vertice, in constanti ratione semidiametri telluris ad sideris distantiam ab ejusdem telluris centro*. Siquidem, per notissimum Trigonometrie theorema, in triangulo A N T est sinus anguli A N T ad sinum anguli N A T, seu N A P, ut A T ad T N, scilicet, in constanti ratione semidiametri telluris ad sideris distantiam ab ejusdem centro.

Hinc facile colligitur sinum parallaxis sideris, puta in C, ad sinum parallaxis ejusdem in M esse, ut sinus anguli P A C ad sinum anguli P A M: quamobrem si datur sideris parallaxis in aliqua ejus a vertice distantia, puta in horizonte existentis, dabitur quoque ejusdem parallaxis in alia quacunque ab eodem vertice distantia.

Colligitur etiam, data sideris aliqujus a Telluris centro distantia, dari etiam ejus parallaxim, & vice versa data sideris parallaxi, dari quoque ejusdem a Telluris centro distantiam. Nam in triangulo A E T rectangulo in A ex datis semidiametro telluris T A, & E T distantia sideris, invenietur per trigonometriam angulus A E T parallaxis sideris horizontalis. Et vicissim in eodem triangulo dato angulo A E T, angulo recto in A, & semidiametro telluris A T, datur quoque distantia sideris T E, tum A E.

Hinc tandem liquet parallaxis quantitatem dependere a ratione, quam semidiameter telluris habet ad phenomeni vel sideris distantiam; quæ ratio cum exiguissima sit, & respectu fixarum fere infinitesima, nil

natur, quæ, Luna in horizonte existente, gradui & amplius æquatur: reliquorum Corporum Systematis Planetarii distantia nimia sunt, ut cum Semi-diametro Telluris conferantur; & Parallaxis pendet a ratione, quam Semi-diameter Telluris ad distantiam Planetæ habet; idcirco ipsius Martis in oppositione cum Sole Parallaxis observationes subtilissimas effugit.

§. 149. Ubi Parallaxis datur, adscensu corporis supra Horizontem minuitur, & in Zenit nulla est.

§. 150. Altitudo apparens Siderum mutatur, etiam ex alia causa, quæ respectu omnium corporum cælestium in discriminatum locum habet. Ex Atmosphæræ refractione radii inflectuntur, & Sidera altiora apparent; quo tamen altiora sunt, eo minor est hæc Inflexio, quia radii minus oblique in Atmosphæræ superficiem incident. In Zenit refraction nulla est, etiam ad distantiam viginti, aut triginta graduum a Zenit sensibilis non est.

Cum ex hac Refractione Sidera attollantur, visibilia sunt antequam ad Horizontem perveniant. Conferantur ea, quæ cap. 28. §. 877. in his Physicæ Elementis dicta sunt.

§. 151. Hæc omnia generaliter Telluris superficiem spectant; hujus variæ partes nunc sunt examinandæ: determinantur hæ referendo ad Tellurem varios Circulos, quos in Cælis antea consideravimus. Ad Tellurem referuntur Equator, Meridiani, Tropici, Circuli Polares; quibus Circulis Telluris Superficiæ dividitur, ut Circulis in Cælis Sphæra Stellarum fixarum. Et Circuli hi ita sibi mutuo respondent, ut ducta Linea ex centro Telluris ad Circulum in Cælis, hæc per Circulum respondentem in Tellure transeat. Si Poli fuerint  $P, p$ ; (Tab. 3. Fig. 9.) Equator erit  $Ee$ ; Tropici  $TT, tt$ ; Circuli Polares  $A, a$ .

## DEFINITIO 12.

§. 152. *Meridianus Loci* dicitur ille, qui per Locum ipsum & terræ polos transit.

Hu-

nil mirum si earum parallaxis nullis sensibilibus & accuratis mensuris possit definiri. Si stella longius 15000 semidiametris terrestribus a telluris centro absit, ejus parallaxis etiam horizontalis insensibilis erit; etenim

si  $ET$  sit ad  $TA$ , seu radius ad sinum anguli  $TEA$ , sit ut 15000 ad 1., invenietur angulus  $TEA$  minor scrupulis secundis 13, qui tam exiguus est, ut nullis instrumentis possit observari.

Hujus Planum ad Horizontem est perpendicularare ; quia per centrum Telluris & Spectatorem transit (1). Linea Meridiana in Loco quocunque ducta est pars Meridiani Loci.

## DEFINITIO 13.

§. 153. *Latitudo Loci* est hujus distantia ab Æquatore , id est, Arcus Meridiani interceptus inter Locum & Æquatorem.

## DEFINITIO 14.

§. 154. *Circuli paralleli ad Æquatorem*, vocantur *Circuli Latitudinis*; ut *Bb.* ( *Tab. 3. Fig. 9.* )

Determinata Latitudine Loci , determinatur Circulus Latitudinis , qui per Locum transit . Ut autem situs variorum Locorum inter se conferantur , in singulis Circulis Loca notanda sunt ; quod fit concipiendo Meridianum per Locum quemcunque notabilem transeuntem , qui , sectione sua , in singulis Circulis Latitudinis , Punctum determinat , a quo distantia locorum mensurantur .

## DEFINITIO 15.

§. 155. Meridianus memoratus , ad arbitrium sumtus , vocatur *Primus Meridianus* (2).

## DEFINITIO 16.

§. 156. Distantia Loci a primo Meridiano , in Circulo Latitudinis Loci , vel Æquatoris mensurata , vocatur *Loci Longitudo* .

§. 157. Astronomi omnia referunt ad Meridianum Loci , in quo Observationes suas instituunt .

§. 158. In explicandis Phænomenis , quæ varias Telluris Superficie partes spectant , considerabimus Spectatorem a Polo Æquatorem versus incedentem ; solumque Motum diurnum primo considerabimus .

§. 159. Quando Spectator in ipso Polo Telluris *T* datur in *S*, ( *Tab. 3. Fig. 3.* ) cum Horizonte coincidit Æquator cælestis *Ee*, & Polus Mundi *P* est in Zenit ; in hoc casu , quia Circuli ad Horizontem paralleli , etiam ad

Æqua-

(1) Qui a Borea versus Austrum , vel vicissim , in Superficie terrestri incedunt , eundem habent omnes Meridianum , ut patet ; at cum indefinenter eo in incessu locorum vertices ad diversa ejusdem meridiani circumferentiæ puncta referantur , eadem loca diversos habere debent horizontes , diversis scilicet verticalibus punctis , quæ eorundem horizontalium circulorum sunt poli , respondent . At incedentibus ex ortu

in occasum , vel vicissim , ad singulos incessus cum meridiani , tum horizontes perpetuo mutantur , ut consideranti facile patet .

(2) Hunc Auctores varii pro libertate quisque suo varium statuerunt ; sed communiter modo a Geographis præsertim Gallis primus Meridianus definitus est transire per insulam Ferri ex Canariis , Palmæ insulam versus Occasum proximam .

Æquatorem paralleli sunt, omnia corpora cælestia motu parallelo ad Horizontem moveri videntur in Circulis, qui representantur per lineas  $Aa$ ,  $Bb$ . Corpora cælestia in Hemisphærio  $EPe$  nunquam occidunt; reliqua nunquam videntur. Horizon in hoc situ dicitur *parallelus*, aut *Sphæra parallela* (1).

§. 160. Si Spectator in Tellure  $T$  (*Tab. 3. Fig. 4.*) a Polo recedat, & detur in  $S$ , Horizon dicitur *obliquus*, aut *Sphæra obliqua*; Axis  $Pp$  nunc inclinatur ad Horizontem  $hh$ , eo magis, quo Spectator magis a Polo removetur.

## DEFINITIO 17.

§. 161. Angulus, quem Axis Telluris cum Horizonte efficit, vocatur *Altitudo Poli*.

Hæc Poli Altitudo æqualis est Latitudini. Altitudo Poli est Angulus  $PTb$ , cujus mensura est Arcus Meridiani  $Pb$ ; Latitudo mensuratur Arcu, qui in Tellure respondet Arcui  $ZE$  in Cælis. Hic autem æqualis est Arcui  $Pb$ ; utriusque enim complementum ad quadrantem Circuli est Arcus  $ZP$ .

§. 162. In hoc situ Spectatoris, quia Æquator ad Horizontem inclinatur, omnia Corpora cælestia in Circulis ad Horizontem inclinatis, Lineis  $Aa$ ,  $Bb$ , representatis, Motu diurno feruntur.

Quædam Corpora cælestia in singulis Telluris Revolutionibus oriuntur, & occidunt, illa nempe, quæ dantur inter parallelos ad Æquatorem  $Bb$  &  $hi$ ; quia omnes paralleli inter hos Horizonte secantur.

Plana Æquatoris & Horizontis per Telluris centrum transeunt; hi circuli ideo sese mutuo secant in duas partes æquales, & dimidium Æquatoris supra Horizontem datur; ideirco Corpora cælestia, quæ in Æquatore sunt, per Semi-revolutionem Telluris circa Axem, supra Hori-

zon-

(1) Cum in hac Sphære positione Æquator plane conseruat cum horizonte, sex Zodiaci signa, quæ sunt in hæmisphærio poli conspicui perpetuo supra horizontem manebunt, & sex reliqua perpetuo infra horizontem: hinc quamdiu Sol in sex illis prioribus signis versatur, tandiu supra horizontem nobis conspicuus erit; infra illum vero latebit, quam-

diu per reliqua sex abripietur. Erit ergo hanc Sphære positionem inconstantibus una tantum dies, unaque nox, utraque nimirum sex mensium. Maxima Solis altitudo supra horizontem 23. grad. & min. 30. non excedit; tantundem infra horizontem deprimi potest; tanta siquidem est Solis ab Æquatore, qui cum horizonte congruit, declinatio.

zontem versantur; & propter æquabilitatem Motus circa Axem, per æquale Tempus invisibilia sunt.

Hæc etiam in puncto Orientis oriuntur; & in puncto Occidentis infra Horizontem cadunt; nam Sectio Planorum Æquatoris, & Horizontis perpendicularis est ad Planum perpendiculare ad ambo illa Plana; hoc autem est Planum Meridiani Loci; quare Sectio memorata ad Lineam Meridianam normalis est; ideoque per puncta Orientis & Occidentis transit.

Corpora inter Æquatorem & parallelum  $Bb$ , qui Horizontem tangit, ut in Circulo  $Aa$ , diutius supra Horizontem, quam infra Horizontem versantur; & differentia hæc est eo major, quo magis Circulus, ut  $Aa$ , ad Polum, qui supra Horizontem datur, accedit; contra, ex accessu corporis ad Polum oppositum, minuitur mora supra Horizontem.

Inæqualitas hæc inter moram corporis supra Horizontem & moram infra Horizontem augetur cum aucta altitudine Poli, propter diminutionem anguli ab Æquatore & ejus parallelis cum Horizonte effecti.

Corpora, quorum distantia a Polo æqualis est hujus Altitudini, nunquam occidunt; talis enim est distantia Circuli  $Bb$ , qui Horizontem tangit, & cujus pars nulla infra Horizontem pervenit. Corpora, a Polo minus distantia, ne quidem ad Horizontem pertingunt.

Simili ratiocinio paret corpora, quorum distantia a Polo opposito non superat altitudinem Poli, nunquam supra Horizontem adscendere, & semper invisibilia esse.

Per Zenit  $Z$  transeunt corpora, quorum distantia a Polo ab Æquatore æqualis est altitudini Poli; æqualis enim  $EZ$  est Latitudini Loci, cui æqualis Poli altitudo.

§. 163. Quando spectator  $S$  (*Tab. 3. Fig. 5.*) a Polo quantum potest recessit, ad Æquatorem pervenit, cujus puncta æqualiter ab utroque Polo distant, tunc Axis  $Pp$  in Horizonte datur, cum quo Æquator angulum rectum efficit; quare *Horizon* dicitur *rectus*, aut *Sphæra recta*.

Horizon in duas partes æquales secatur omnes. Circulos parallelos ad Æquatorem, qui per Lineas  $Aa$ ,  $Bb$  representantur; ideo omnia Corpora cælestia, singulis Telluris Revolutionibus ad horizontem perpendiculariter oriuntur, & occidunt, & per tempora æqualia visibilia sunt, & latent; ideoque perpetuum erit æquinoctium.



Ipsæ *Æquator* per *Zenit* transit; ideoque omnia corpora, quæ in hoc dantur, singulis diebus ad *Zenit* accedunt.

§. 164. Si, quæ de *Motu diurno* explicavimus, ad corpora applicentur, de quorum aliis motibus apparentibus antea actum, facile determinantur *Phænomena* ex motibus conjunctis.

Quæ *Solem* spectant, ceteris notabiliora sunt, & ideo peculiariter explicanda.

## DEFINITIO 18.

§. 165. *Dies Naturalis* vocatur *Tempus* lapsum inter recessum *Solis* a *Meridiano Loci*, & accessum sequentem ad eundem *Meridianum*.

*Dies* hic differt a *Tempore Revolutionis Telluris* circa *Axem*, seu a die æquinoctiali; quæ *Tempora* æqualia forent, si immobilis inter *Stellas fixas* appareret *Sol*; sed dum *Motu diurno*, in *Tempore* unius revolutionis *Telluris* circa *Axem*, *Sol* circumfertur ab *Oriente* in *Occidentem*, id est, in antecedentia, motu contrario in *Ecliptica* movetur, & hac de causa tardius ad *Meridianum* pertingit.

§. 166. Cum autem non singulis diebus *Sol* spatium æquale percurrat in *Ecliptica*, ob diversam indefinenter ejus velocitatem majorem semper in *Telluris* perihelio, minorem in aphelio, non æqualiter singuli dies naturales excedunt revolutionem *Telluris* circa *Axem*; ideoque dies hi sunt inæquales inter se.

§. 167. Etiam alia ex causa dies naturales inæquales sunt; nempe ex inclinatione *Eclipticæ* respectu *Æquatoris*; unde sequitur inæqualiter, in variis punctis, ad *Æquatorem* viam annuam inclinari; & licet æqualiter in *Ecliptica* singulis diebus progredieretur *Sol*, non æqualiter dies naturales tempus revolutionis *Telluris* circa *Axem* excederent; nam resoluta motu *Solis* in duos motus, quorum unus parallelus sit *Æquatori*, alter huic perpendicularis, ille solus considerandus erit in determinando excessu metato, & inæqualem esse ex diversa inclinatione indicat, ut & ex diversa distantia *Solis* a *Polo*, clarum est (1). Hæ causæ inæqualitatis sæpe concurrunt, sæpe contrarie agunt.

§. 168.

(1) Ad majorem horum intelligentiam fingamus *Solem* per *Eclipticam* moveri ab occasu in ortum motu æquabili, ita ut æqualibus tempo-

§. 168. Dies singuli naturales dividuntur in viginti quatuor partes æquales, quæ Horæ dicuntur. Singulæ Horæ dividuntur in Minuta sexaginta, & singula Minuta in Minuta secunda sexaginta, & sic ulterius. Partes hæc temporis in variis diebus variare ex dictis clare patet.

§. 169. Ad æqualitatem ab Astronomis reducuntur, considerando numerum horarum in una, aut pluribus Solis revolutionibus in Ecliptica, & totum Tempus in tot partes æquales dividendo, quot dantur horæ; quarum viginti quatuor pro uno die habentur.

### DEFINITIONES 19. & 20.

§. 170. Tempus, cujus partes hac methodo ad æqualitatem reducuntur, vocatur *Tempus medium*; & ipsa reductio vocatur *Temporis Æquatio*.

De diebus & horis Temporis medii semper agitur in determinandis periodis Motuum cælestium.

### DEFINITIO 21.

§. 171. *Dies Artificialis* est mora Solis supra Horizontem. De hoc semper agitur, quando de die loquimur, hunc opponendo nocti. In determinanda dierum artificialium longitudine ad temporis Æquationem non attendimus.

§. 172. Ortum Solis semper præcedit, & Occasum insequi-

temporibus æqualia spatia percurrat. Itaque in hac hypothesi dies naturalis componetur ex die æquinoctiali, & ex illo temporis intervallo, quo arcus Eclipticæ singulis diebus a Sole descriptus transit per Meridianum. Sed quamvis Sol æquales Eclipticæ arcus singulis diebus peragere ponatur, non idcirco dies naturales æquales erunt inter se; nam ob Eclipticæ obliquitatem æquales Eclipticæ arcus inæqualibus temporibus transeunt per Meridianum. Si quidem si fingatur Ecliptica tota divisa in partes 360 inter se æquales, perque singula divisionum puncta totidem declinationum circuli transire ponantur, hi Æquatorem secabunt etiam in partes 360, quæ tamen, ut facile consideranti patet, inæquales erunt: jam vero quo tempore

quævis ejusmodi Æquatoris pars per Meridianum transit, eodem tempore respondens Eclipticæ pars per eundem Meridianum transibit; sed per inæquales Æquatoris utpote inæquales inæqualibus temporibus per Meridianum transeunt; igitur & respondentes Eclipticæ partes, ut ut æquales inæqualibus tamen temporibus per Meridianum transire debent igitur Sol per Eclipticam æqualiter moveretur, dies tamen naturalis mutationi obnoxius esset ex Eclipticæ obliquitate. At inæqualiter Sol per Eclipticam fertur, uti vidimus duplici igitur ex causa dies naturalis inæquales erunt; quarum quidem altera alteram quandoque juvat augendam eam dierum inæqualitatem, aliquando altera alteri opponitur, uti Auctori observatum est.

sequitur *Crepusculum*; hoc nomine designamus lucem illam dubiam, quæ vulgo *Aurora* & *Vesper* vocatur. Crepusculorum causa est Atmosphæra, quæ radiis solaribus illustratur, & cujus particulæ lumen quaquaversum reflectunt; unde radii quidam ad nos perveniunt, licet Sol octodecim gradibus infra Horizontem deprimatur. Confer ea, quæ ad §. 1123. hujus Physicæ sunt adnotata.

§. 173. In Sphæra recta, id est, pro omnibus, qui sub Æquatore vivunt, dies & noctes per totum annum sunt æquales inter se, nempe duodecim horarum.

§. 174. In Sphæra obliqua dies majores aut minores sunt, pro varia distantia Solis ab Æquatore, unum aut alterum Polum versus, quos versus ab Æquatore recedit 23 gr. 29.

§. 175. In ipso Æquatore datur circiter 21. Martii, & 23. Septembris, & dies nocti æquatur, quod ubique terrarum obtinet, solis Polis exceptis.

## DEFINITIO 22.

§. 176. Puncta Eclipticæ, in quibus ab Æquatore secatur, vocantur *Æquinoctialia*. Quia in his punctis versatur Sol, ubi datur æqualitas memorata dierum & noctium.

## DEFINITIO 23.

§. 177. Puncta Eclipticæ, in quibus Tropici Circulum hunc tangunt, dicuntur *Solstitialia*. Quia per aliquot dies, quando ad hæc accedit Sol, & ultra transit, hic sensibilibiter declinationem non mutat; & sensibilibiter dierum longitudo non variatur.

§. 178. Sub Polis, si dentur Incolæ, semel in anno Solem orientem & occidentem observant; & dies unus cum unica nocte integrum annum absolvunt. Confer adnotata ad §. 160. hujus tractatus. Supra Horizontem versatur Sol, dum dimidiam Eclipticæ partem percurrit, per reliquum Tempus sub Horizonte latet. Dies tamen protrahitur ex Refractione, & Crepuscula sunt admodum diuturna; durant enim, quamdiu Declinatio Solis Polum latentem versus non superat 18. gr.

§. 179. Respectu Poli Arctici in sex Signis primis, ab Ariete ad Libram, Sol supra Horizontem versatur; ideo in hoc Polo dies noctem superat novem diebus naturalibus, præter diminutionem noctis ex Refractione.

§. 180. Hisce generalioribus, quæ spectant diversos Horizontis situs, expositis, quædam magis peculiaria sunt examinanda.

§. 181. Dividitur tota Telluris superficies in quinque Zonas. Prima inter duos Tropicos TT, 11 (Tab. 3<sup>a</sup> Fig. 9.) continetur, & vocatur Zona Torrida; duæ dantur Temperata, & duæ Frigida. Temperata Septentrionalis Tropico Cancræ TT, & Circulo Polari Arctico AA terminatur: Zona Temperata Australis inter Tropicum 11, & Circulum Polarem aa continetur. Frigida & Zone Circulis Polaribus circumscribuntur, & Poli harum centra occupant.

§. 182. In Zona Torrida altitudo Poli minor est 23<sup>gr</sup>. 29', & distantia Solis ab Æquatore Polum versus qui supra Horizontem datur, bis in anno æquatur altitudini Poli; ideo bis in anno in meridie per Zenit transit Sol. Ex qua eadem ratione in ipsis Zona hujus limitibus, sub Tropice nempe, semel tantum ad Zenit accedit Sol in integro anno.

§. 183. In Zonis Temperatis & Frigidis altitudo Poli minima excedit maximam distantiam Solis ab Æquatore; ideo nunquam in hisce per Zenit transit Sol. Ad majorem tamen altitudinem eodem die ascendit Sol, quo minor est altitudo Poli; quia eo minor etiam est Inclinatio Circulorum Motus diurni ad Horizontem.

§. 184. In Zona Torrida, & Zonis Temperatis singulis diebus naturalibus oritur & occidit Sol; nam distantia Solis a Polo semper superat Poli altitudinem. Inæquales tamen ubique, solo Æquatore excepto, sunt dies artificiales inter se, quæ inæqualitas eo major est, quo minus a Zona Frigida locus distat.

§. 185. In Circulis autem Polaribus, in quibus Zona Temperata Frigidis separantur, altitudo Poli æqualis est distantia Solis a Polo, quando datur in Tropico vicino; ideoque in hoc casu, id est, semel in anno, integram Sol in Motu diurno peragit revolutionem, in qua infra Horizontem non descendit.

§. 186. Ubique autem in Zona Frigida altitudo Poli superat distantiam minimam Solis a Polo; idcirco per aliquot revolutiones Telluris dat illa altitudine Poli minorem, & per totum hocce tempus non occidit, ne quidem ad Horizontem pertingit. Ubi autem distantia a Polo in recessu Solis ab hoc, altitudinem Poli, aut loci latitudinem superat, singulis diebus naturalibus ori-

oritur & occidit Sol; deinde infra Horizontem motu Polum oppositum versus, eodem modo moratur, ac de motu supra Horizontem dictum. Tempora hæc, in quibus Sol integras revolutiones supra Horizontem, & infra Horizontem, in motu diurno peragit, eo majora sunt, id est, dies & nox longissimæ eo diutius durant, quo locus in Zona Frigida minus a Polo distat, donec tandem in ipso Polo integrum annum absorbeant.

§. 187. Ex eadem causa, obliquitate nempe Eclipticæ respectu Aequatoris, ex qua profluunt, quæ dierum inæqualitatem in variis Locis diversam spectant, deducimus etiam diversitatem Tempestatum, quæ singulis Annis sibi mutuo succedunt: de his respectu Zonarum Frigidarum & Temperatarum primo, deinde respectu Zonæ Torridæ, agam.

§. 188. Radii Solares calorem Aeri communicant, non quidem dum directe a Sole procedunt, sed cum a corporibus, aut Telluris superficie irregulariter reflectuntur. Effectus hic eo major est, quo radii minus oblique in Telluris superficiem incurrunt; & quidem ex duplici causa.

1. Resoluto Motu luminis in duos, quorum unus ad superficiem parallelus est, alter perpendicularis; hoc solo in corpora lumen agit, & hic, aucta obliquitate, minuitur.

2. In eandem superficiem Telluris partem eo majori numero agunt radii, quo magis directe accedunt (1).

§. 189. Ex hisce deducimus, causas caloris augeri, dum ex accessu Solis versus Solum, qui supra Horizontem datur, dies crescunt; quia de die in diem ad maiorem altitudinem adscendit Sol; itaut imminutæ obliquitati sese

V 2

jun-

(1) Idem radii (Fig. 3. Tab. 4. Astron.) SA, SB &c, qui perpendiculariter incidunt in superficiem AB, oblique incidunt in superficiem AC, & magis adhuc oblique in superficiem BD: patet superficiem B esse majorem esse superficie BA, & illa adhuc majorem superficiem BD. Hinc intelligitur quamobrem in æstate, etsi Tellus longius a Sole distet, quam hyeme, magis tamen tum Tellus incalescat; quod scilicet hyeme lucis radii obliquius, quam æstate Terram feriant. Æstate vero

longius a Tellure abesse Solem, quam hyeme, observationibus constat, quibus deprehensum est Solis apparentem diametrum majorem esse hyeme, quam æstate; hyeme cum maximus apparet Sol, ejus diameter videtur sub angulo  $31^{\circ} 47'$ , æstate cum minimus sub angulo  $31^{\circ} 40'$ , quæ differentia minuto major est. Æstate præterea tardius in motu suo incedit Sol, quam hyeme; quod argumento est Tellurem tum esse apheliam, hyeme vero periheliam.

jungat mora diuturnior Solis supra Horizontem, quæ ad augendum calorem concurrat; etiam dum dies crescunt, noctes minuuntur, & per tempus brevius decrescit calor de die acquisitus.

§. 190. In Zonis Septentrionalibus, ut ex hisce sequitur, causa caloris est omnium maxima, cum Sol Tropicum Cancræ attingit. Quotannis tamen experimur in nostris regionibus calorem æstivum post digressum Solis a Tropico crescere, & annum maxime fervere circa finem mensis Julii, cum integro fere signo a Tropico distat Sol: ratio est, quia non ubi causa caloris est maxima, ipse calor est maximus; nam hic augetur, quamdiu calor interdum acquisitus non in totum de nocte tollitur; licet enim quotidiana augmenta minuantur, quamdiu augmentum datur, crescit calor. Sic etiam frigus maxime intensum non est in die brevissima, in qua Radiorum solarium obliquitas est maxima, & absentia Solis maxime diuturna; sed frigus crescit, quamdiu diminutio caloris durat; circa quam idem ratiocinium, quam circa caloris augmentum, institui potest (1).

§. 191. Dividitur Annus in quatuor Tempestates; calidissima vocatur *Æstas*; maxime frigida *Hyems*; temperata, quæ Hyemem sequitur, *Ver*; *Autumnus* *Æstatem* ab Hyeme separat.

§. 192. In regionibus Septentrionalibus, in initio Veris, Sol in Principio Arietis apparet: in initio *Æstatis* Sol ad Tropicum Cancræ pertingit. Ubi Sol ad Principium Libræ pervenit, inchoatur *Autumnus*: Tropicum Capricorni percurrit Sol motu diurno in initio Hyemis, quæ omnia explicatis facile deducuntur.

§. 193. In regionibus Australibus *Æstas* cum Hyeme memorata coincidit, *Ver* cum *Autumno*, & vice versa.

§. 194.

(1) Actio Solis, qua corpora calefiunt, non est transiens, sed permanens, itaut corpus semel a Sole calefactum, post ejus discessum per aliquod tempus calefactum maneat. Ponamus itaque interdum lucente Sole centum caloris gradus regionibus nostris communicari, nocte vero, quæ die brevior est, quinquaginta caloris gradus avolare, totidem superstitibus; proxima vero die eadem

fere vi agens Sol alios centum caloris gradus iisdem regionibus immittat, quorum quinquaginta tantum in nocte evadant; adeoque initio tertiæ diei centum caloris gradus erunt superstites. At decrescitibus diebus, & crescentibus noctibus, stet tandem ut plures absente Sole effugiant caloris gradus, quam dis recipiuntur; quo fit ut calor minui augeri vero frigus jugiter debeat.

§. 194. Causæ generales, a quibus divisio memorata pendet, sæpe turbantur causis peculiaria loca spectantibus; præcipue in Zona Torrida, de qua separatim agendum diximus. In plerisque hujus Zone locis duæ tantum observantur Tempestates, Æstas & Hyems, quæ siccitate & humiditate potissimum distinguuntur.

Quando Sol ad Zenit alicujus Loci accedit, pluvix dantur fere continuæ, unde calor minuitur; quod tempus ad Hyemem refertur. Recedente Sole minuuntur pluvix, calor augetur, & tempus hoc ad Æstatem pertinet.

In medio Zone Torridæ duæ dantur Æstates, & totidem Hyemes; quia bis ad Zenit accedit Sol.

Ad latera hujus Zone, licet Sol bis ad Zenit accedat, cum inter accessus breve tempus interlabatur, ambæ Hyemes confunduntur; quare duæ tantum Tempestates in integro Anno observantur.

## CAPUT IX.

*De Phenomenis ex Motu Axeos Telluris.*

§. 195. **T**elluris Axem Motu parallelo transferri diximus; non consideravimus motum exiguum, quo revera agitur, de quo nunc agendum nobis est.

§. 196. Axis Telluris, servata Inclinatione 66. Gr. 31'. ad Planum Eclipticæ, in antecedentia revolvitur, id est, successive omnes partes versus dirigitur; & hujus extremitates, Poli nempe Mundi, circa Polos Eclipticæ circulos describunt, ab Oriente Occidentem versus. Hæc autem revolutio absolvitur tempore fere viginti sex millium annorum; quæ Periodus *Annus Magnus* vocatur (1).

V 3

§. 197.

(1) Jam supra §. 24. positum est Telluris axem in ejus circa Solem motu perfectum parallelismum servare. At ex plurium annorum observationibus collegerunt Astronomi axem illum, utut lentissimo motu, a parallelismo tamen paululum deflectere; quæ aberratio intra duos vel tres annos facta cum vix sensibilis sit, plurium modo annorum decursu notabilis, ea in unius anni phenomenon explicandis omissa est, cum

nil in iis turbandis conferat. Sed cum temporis progressu satis sensibilis fiat, indeque apparentis lentissimi motus fixarum in consequentia causa dependeat, Astronomorum considerationem, & diligentiam meretur.

Hipparchus olim ex comparatione suarum observationum cum illis *Aristylli* & *Tymocharidis*, suspensionem habuit motus fixarum Zodiaci in consequentia: *Ptolemaus* vero ex *Hip-*  
par-

§. 197. Cum Tellus ab hujus incolis pro immobili habeatur, motus ad corpora cælestia refertur, ut de aliis motibus dictum. Ideo dum Poli Mundi in antecedentia circa Polos Eclipticæ moventur, & successive per omnia puncta, 23. Gr. 29'. distantia ab his Polis, transeunt, hæc ipsa puncta, aut potius Stellæ fixæ, quæ in his dantur, successive ad Polos Mundi accedere, & in consequen-

*parchi* & aliorum observatis comparatis cum suis, non modo Zodiaci, sed omnium fixarum, ejusmodi motum discrete affirmavit, & quidem in circulis Eclipticæ parallelis factum; eundem porro Tycho, Copernicus, ceterique unanimiter Astronomi observationibus suis confirmatum ratumque habent. In eo tantum discrepant, quod alii æquabilem, alii inæquabilem, alii majori, alii minori annorum numero eam circulationem fieri statuerint, communiori tamen sententia annos 72 statuente in singulorum graduum progressu, atque adeo annos 25920 in integra revolutione per Eclipticam, vel ei parallelos circulos; quod annorum spatium, *Annum magnum* vocarunt Veteres, quo finito res omnes eodem ordine renasci autumabant. Fixarum hic motus secundum Copernicani systematis principia apparens tantum est, oriturque a Telluris axis motu vero & reali in antecedentia signorum.

Id ut clare intelligant tirones nostri, sit in fig. 4. Tab. 4. Astron. D CH pars Orbitæ telluris: hujus centrum sit in C, ex quo erigatur recta CE ad planum Eclipticæ normalis, superficiem Cæli occurrens in E, quod punctum pro ipsius Eclipticæ polo usurpari potest, quemadmodum recta CE pro ejusdem axis. Sit C p telluris axis, qui ad Cælum productus signet in ejus superficie punctum P polum Cælestem, circa quem sidera omnia diurno motu revolvi apparent. Per E & P transire intelligatur circulus maximus EPA, Eclipticæ occurrens in A, qui, ut ex annotatis ad §. 119 patet, Colurus est Solstitiorum, & punctum ipsum A erit Solstitium, seu punctum Eclipticæ omnium maxime ab Æ.

quatore declinans. Arcus PA metitur angulum PCH, inclinationem axis terræ ad planum Eclipticæ quæ est  $56 \frac{1}{2}$  graduum; hinc arcus EP erit ejus complementum ad quadrante-

tem, scilicet  $23 \frac{1}{2}$  graduum, qui

metitur angulum ECP, quem axis terræ facit cum axe Eclipticæ. Polo E per P describatur circulus minor PFG, qui erit Eclipticæ parallelus; & cum axis terræ eundem semper angulum faciat cum axe Eclipticæ,

scilicet grad.  $23 \frac{1}{2}$ , polum Mundi

P in peripheria circuli PFG semper locari necesse est. Si telluris axis eandem perpetuo directionem obtineret, quoties terra in Orbitæ suæ puncto C reperitur, polus Mundi in eodem immoto puncto P semper conspiceretur; sed observatum est polum in peripheria PFG locum continuo mutare, & axem terræ qui prius ad P dirigebatur, post septuaginta duos annos ad punctum Q dirigit, uno gradu a P versus anteriora remotum; itaut telluris Mundi axis conico motu feratur, describatque superficiem Coni, cujus vertex est centrum Terræ C, basis vero circulus PFG. Polus itaque P motu lentissimo, & retrogrado scil. ab Oriente in Occidentem in peripheria PFG fertur, suam absolvens periodum post annos 25920, post quod temporis intervallum polum a Stella P diereffus ad eandem rursus dirigitur, & post ejus periodi medietatem, annos scil. 12960, polum qui tum ad punctum G dirigitur, a Stella P distabit arcu PG.



quentia ferri videntur, & describere circulos, qui rêvera a Polis Mundi describuntur, circa Polos Eclipticæ, qui in Centris positi, soli quiescunt. Nam cum Stellis memoratis & reliquæ, quia omnes eundem situm erga se mutuo servant, etiam translatae apparent.

Idcirco integra Sphæra Stellarum fixarum circa Axem per Polos Eclipticæ transeuntem rotari in consequentia videtur; & singulæ Stellæ circulos Eclipticæ parallelos motu apparenti describunt; quo motu Latitudo Stellarum non mutatur.

§. 198. Planum Æquatoris cum Axe Telluris angulum efficit rectum; ideo motu memorato Axeos, rotatur Sectio hujus Plani cum Plano Eclipticæ; quare prima puncta Arietis & Libræ, quæ semper opponuntur, in Tempore 25920 annorum, totam Lineam Eclipticam in antecedentia percurrunt: pro immobilibus tamen habentur a Terræ incolis, qui ipsas Stellas fixas in consequentia translatas imaginantur (\*).

## V 4

## §. 199.

(\*) Cum axis Terræ productus ex situ CP in situm CQ motu retrogrado pervenit, per polos Eclipticæ E, & Æquatoris Q, ducatur circulus maximus EQB, qui modo erit colurus Solstitiorum, & B erit Solstitii punctum, quod antea fuerat A; ideoque semper cum polo regredientur Solstitia, & quidem æqualiter; nam cum motus poli in peripheria PFG fuerit PQ unius gradus e. g., erit AB regressus Solstitii unius quoque gradus; sunt enim arcus QP, BA similes.

Cum itaque Solstitiorum puncta continuo regrediantur, æquinoctialia quoque, & reliqua Eclipticæ puncta simili, & æquali motu retrocedant necesse est, quippe quæ a Solstitiis dato intervallo distant; inter puncta scilicet æquinoctialia, & Solstitia 90. gradus semper interjacent; igitur cum Solstitia per unum gradum regressa fuerint, necesse erit, ut tantundem retrorsum ferantur æquinoctialia puncta, ceteraque. Motus ille Æquinoctiorum retrorsum dicitur eorum *Processio*, quia scil. in antecedentia signorum feruntur.

Sunt autem Stellæ fixæ immobiles, retrocedit vero communis se-

ctio Æquatoris & Eclipticæ; igitur oportet, ut fixarum distantia a punctis Æquinoctialibus jugiter mutetur, eandemque ab iisdem punctis versus Orientem magis quotidie promoveri videantur; ipsarumque adeo longitudines, quæ in Eclipticæ ab initio Arietis computantur, indefinenter crescant, & fixæ omnes videantur ferri in consequentia signorum, non quod revera in Orientem moveantur, sed quod contrario motu regreditur punctum Æquinoctii vernalis, a quo Stellarum longitudines initium ducunt.

Atque hinc factum est, ut constellationes omnes mutaverint loca, quæ, dum a primis Astronomis observatæ fuerant, tenebant; & constellatio Arietis, quæ tempore Hipparchi prope intersectionem Eclipticæ & Æquatoris vernalem visa fuit, eidemque Eclipticæ portioni nomen suum communicavit, nunc ab eadem digressa in signo Tauri commoratur, sicut & Tauri constellatio Geminorum sedem occupat, Geminique in Cancrum promoti sunt, & Cancer Leonem ex sede expulit, & hic Virginem e loco detruxit, & ita porro.

§. 199. Hæc eadem translatio primi puncti Arietis, & Libræ, quam *Æquinoctiorum Præcessionem* vocant in causa est, quare Sol, quando ex uno horum punctorum recesserit iterum ad hoc redeat, antequam integram Periodum in Linea Ecliptica absolverit; cum autem *Æquinoctia Anni* Eclipticum, aut vulgarem, determinent, Tempus Periodicum Telluris Annum hunc superat.

## C A P. X.

*De Stellis fixis.*

§. 200. **S**TELLAS fixas diximus esse Corpora lucida in remotas, ut horum distantia cum distantia aliis in Systemate Planetario, non conferri possint. Nos enim subtilissimis observationibus Astronomi potuere Planetas Mundi translatos observare in Motu Telluris annuo, licet circulos, Orbitæ Telluris fere æquales, in Cælo describant.

## DEFINITIO 1.

Translatio hæc Poli vocatur *Parallaxis annua* (1).

§. 201. Distantiam Stellarum immensam esse, etiam ex observationibus ope Telescopiorum deducitur. Si Stella fixa quæcunque ex maxime lucidis & conspicuis conspiciatur adhibito Telescopio, per quod diameter Solis diametro Orbitæ Annuæ æqualis appareret, quasi punctum lucidum, sine sensibili magnitudine, illa apparebit; minores enim omnes Stellæ per Telescopia, quam nudis

Ocu-

(1) Quanta cum cura, & studio in annua Stellarum parallaxi definienda incubuerint Copernicani, vel ex eo liquet, quod si aliqua ejus mensura daretur, systema suum Pythagoricum, sive annuus Telluris motus non persuaderi modo, sed & certo demonstrari posset. Ea in re operam suam collocarunt Hookius, Flamstedius, Cassinus, Hallejus, Maraldus, Horrebovius, alique; Verum præterquam quod hujusmodi observationibus parum fidendum sit ob inevitabilem errorem in exquisitis angulis dimetiendis, quæcunque adhibeatur diligentia; ostendit Cl. Eustachius Manfredius in tractatu de annuis siderum inerrantium

aberrationibus observatas Viris Cælestium siderum parallaxes, & aberrationes cum annuo telluris motu minime conspirare, atque adeo alii causas eas referendas esse. Jacobo Brachylejo Anglo innotuit etiam aberrationum siderearum dissensus ab annuo Telluris motu; idcirco in Translationibus Anglicanis num. 406. novam dedit earum explicationem, non modo a Telluris annuo motu dependentem, sed a successiva quoque luminis propagatione; at idem Cl. Manfredius in Commentariis Bononiensibus ostendit haud singula observata cum hac Angli hypothese adamussim congruere.

Oculis, apparent; nam ex sola scintillatione magnitudinem sensibilem habere videntur (1).

§. 202. Astronomi ab antiquissimo tempore, quo melius Stellas in ordinem referrent, eas per situm & positionem ad se invicem distinxerunt, & in *Asterismos*, seu *Constellationes*, diviserunt, plures stellas uni constellationi assignando, estque *Constellatio* veluti plurium Stellarum systema. Præterea ad maiorem distinctionem eas ad Animalium, & rerum quarundam imagines reduxerunt, quarum plerasque ex fabulis, & religione sua in Cælum transtulerunt Veteres, quas porro recentioribus Astronomis retinere placuit ad perturbationis vitandum periculum, dum antiquæ observationes cum nostris conferuntur.

§. 203. In Zodiaco duodecim Asterismi concipiuntur, Zodiaci Signa dicti, nominantur ut Animalia, aut res, quas representant: *Aries*, *Taurus*, *Gemini*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*, *Libra*, *Scorpius*, *Sagittarius*, *Capricornus*, *Aquarius*, *Pisces*. Signa hæc nomina sua dedere duodecim partibus Eclipticæ, de quibus antea.

Tempore Hipparchi sectiones Eclipticæ & Æquatoris fixæ erant inter Asterismos Piscium & Arietis, ut & Virginis & Libræ; & Asterismi nomina dedere illis Eclipticæ partibus, quæ per singulos Asterismos transibant, & partes Eclipticæ, ponendo initium Arietis & Libræ in Intersectionibus Æquatoris & Eclipticæ, ut in illo tempore, nomina servarunt, licet hæ Intersectiones translatae sint, unde Sol in Tauro dicitur, quando inter Stellas Asterismi Arietis movetur. Confer quæ ad §. 198. adnotavimus (2).

§. 204.

(1) Fixarum lux admodum vegeta retinam valde premit, & urget; nec puncta ejus solummodo fixarum luce tacta concutiuntur, verum & quæ his propinqua sunt. Hinc fixarum scintillatio & capillitium oritur, quo centies & amplius majores conspiciuntur fixæ, quam si eo sublato viderentur. Minuitur autem capillitium, si per exiguum foramen alicula in charta fixum conspiciantur fixæ; vel aptius & facilius huic in commodo medetur, si telescopiis inspiciantur; hæc quippe quamvis multum objectorum diametros augeant,

fixarum tamen nullas certas, & definitas mensuras apta sunt nobis exhibere, cum potius nobis eas representent veluti lucida tantum puncta.

(2) Hinc orta divisio inter Zodiaci signa *anastrosa*, & signa *stellata*. Priora sunt duodecim Zodiaci partes, quæ ab Ariete, seu boreali Zodiaci & Æquatoris intersectione in consequentia numerantur. Signa vero *anastrosa* ipsæ sunt constellationes, quæ ob tonicum axis telluris motum, moveri in consequentia apparent.

§. 204. Zodiacus partem Cæli septentrionalem a meridionali separat.

In septentrionali dantur Asterismi; *Ursa minor*, *Ursa major*, *Draco*, *Cepheus*, *Canes Venatici*, *Bootes*, *Corona Septentrionalis*, *Hercules*, *Lyra*, *Cignus*, *Lacerta*, *Cassiopeja*, *Camelopardus*, *Perseus*, *Andromeda*, *Triangulum*, *Triangulum minus*, *Musca*, *Auriga*, *Pegasus*, *Equuleus*, *Delphin*, *Vulpecula*, *Anser*, *Sagitta*, *Aquila*, *Antinous*, *Scutum Sobieskianum*, *Serpentarius*, *Serpens*, *Mons Mensuralis*, *Coma Berenicis*, *Leo minor*, *Lynx*.

In parte meridionali Cælorum Asterismi, quorum multi a nobis videri non possunt, sunt, *Cetus*, *Eridanus*, *Lepus*, *Orion*, *Canis major*, *Monoceros*, *Canis minor*, *Argo-navis*, *Hydra*, *Uranie Sextans*, *Crater*, *Corvus*, *Centaurus*, *Lupus*, *Ara*, *Corona Australis*, *Piscis Austrinus*, *Phœnix*, *Grus*, *Indus*, *Pavo*, *Apus*, *Triangulum Australe*, *Crux*, *Musca*, *Chameleon*, *Robur Carolinum*, *Piscis volans*, *Toucan* sive *Anser Americanus*, *Hydrus*, *Xiphiat* sive *Dorado* (1).

## DEFINITIO 2.

§. 205. Stellæ, quæ inter Asterismos collocantur, vocantur *Informes*.

§. 206. Non omnes Stellæ nudis oculis conspectæ æque lucidæ, aut ejusdem magnitudinis apparent, & ab Astronomis ad sex Classes referuntur: omnium maxime lucidæ dicuntur Primæ Magnitudinis; aliæ Secundæ, Tertiæ, &c. Magnitudinis, ad Sextam usque. Licet vero antiquum & vulgare sit sex tantum dari fixarum magnitudinis classes & ordines; id tamen præter propter est intelligendum.

(1) Ex his constellationibus in utroque hemisphærio notatis, plures antiquissimis Auctoribus, veluti Auctori libri *Job*, *Homero*, *Esodo*, aliisque memorantur; sed aliæ porro additæ sunt a recentioribus etiam Astronomis, puta *Hallejo*, *Bartschjo*, *Hevelio*, aliisque, coalescentes scilicet ex Stellis quibusdam *informibus*, quæ inter asterismos observabantur: ita *Hallejus* dum in insula *S. Hele* næ Stellæ polo Australi vicinæ diligenter observabat, ex informibus inter *Argum-Navem*, & *Centaurum* novum imaginatus est asterismum, seu constellationem sub nomine *Bricus*, & in honorem *Caroli II. Britannicæ Regis Roborem Carolinum* appellavit. Simili jure usi sunt *Bartschius*, & *Hevelius*, quibus Auctoribus novæ inventæ sunt constellationes *Camelopardus*, *Monoceros*, *Leo minor*, *Lynx*, *Canes Venatici*, &c.

gendum; nam accurate loquendo tot constituendi essent ejusmodi ordines, quot fere dantur Fixæ; raro enim duæ cernuntur ejusdem splendoris & magnitudinis. Quædam ne quidem ad ultimam classem referuntur, præsertim quæ nebulosæ dicuntur (1).

S. 207.

(1) Nedom sub memoratis imaginum formis Stellas distinguere vetustissimis placuit Astronomis, sed & earundem catalogos mira solertia iidem quoque considerunt, recentiorum observationibus porro auctos, & emendatos; quibus nedum Stellæ omnes visu perceptibiles, sed plures in iis nunc notantur, solo telescopio detegendæ. Primus qui fixas omnes in catalogum reducere, earumque loca definire aggressus est, omnium sententia fuit Hipparchus Rhodius annis ante Christum circiter 120., ausus rem etiam Deo improbam adnumerare posteris Stellas, & sidera ad normam expandere ex Plinii sententia. Ex propriis vero, tum Tymocharidis & Aristilli observationibus 180 retro annis habitis, 1022. Stellas in catalogum retulit Hipparchus. Hunc catalogum retinuit Ptolemæus, quatuor tantum Stellis additis, 1026 numerando. Anno post Christum 1437 Ulugh Beigh Magni Tamerlani nepos novum fixarum catalogum condidit, a Thoma Hyde Anglo in latinum idioma translatum, fixas 1017 completentem. Omnium vero conatus superavit Tycho Brahe, qui ad annum 1600 Stellas 777 loca sua assignavit; Keplerus quidem in Tabulis suis Rodolphinis Stellarum numerum usque ad 1563 extendit, quem Tychonum catalogum vocat; at reliquis præter illas 777 a Tychone observatas, partim ex Ptolemæo, partim ex aliis Auctoribus hausit; Tycho enim in proprium catalogum non alias retulit, quam quas ipse suis instrumentis, calculoque investigaverat. Eodem tempore Guilielmus Hassiæ Landgravius cum suis Mathematicis Christophoro Rothmanno, & Justo Breggio 400 fixarum loca propriis

observationibus definivit, quas Tychonici præfert Hevelius. Ricciolus in *Astronomia reformatâ* Kepleri catalogum 305 Stellis locupletavit, & inde eorum numerus ad 1468. crevit. Anno 1677. Hallejus in insula S. Helenæ 350 Stellas Australes in nostro horizonte minime conspicuas, observavit. Joannes Hevelius ex propriis observationibus catalogum 1888 Fixarum condidit, quarum 950 etiam a Veteribus, 335. ab Hallejo, & 603. ab ipso fuerant observatæ. Tandem Cl. Joannes Flamsteedius locupletissimum, accuratissimumque Fixarum catalogum exhibuit, in quo 3000. Stellæ numerantur, ejusque opera factum est, ut nullo modo sit conspicua Stella, cujus locus in Cælis non melius definitur, quam in telluris superficie plurium urbium situs & positiones definiuntur.

Græci & Romani Poetæ de Constellationum, Astrosumque origine insulas commenti sunt fabulas, de quibus videsis Hyginum in *Poëtico Astronomico*, Natalem Conitem in *Mythologia*, Ricciolum in *Almagesto Novo*. Ea de re Constellationum figuras, aut saltem earum antiqua nomina immutari jusserunt Venerabiles Bedæ imprimis, tum ejus exemplum sequutus Julius Schillerus Augustanus, qui Anno 1627. Asterismis omnibus nomina religiosa imposuit, Arietem scilicet vocans *Petrum*, Taurum *Andream*, Andromedam *Sepulchrum Christi*, Lyram *Præsepium Christi*, & ita porro, At id consilium, ut utrumque & religiosum, alii Astronomi nunquam adprobarunt, ut nullo usui futurum, sed turbas potius & confusionem in Astronomia inveciturum.

§. 207. In Cælis etiam observamus Zonam quandam, non ubique ejusdem latitudinis, quæ totum Cælum circumit, & in quibusdam locis separatur, ut dupla sit. Propter Colorem *Via Lactea* vocatur. Observationibus ope Telescopiorum innotuit primum Galilæo congeriem esse viam hanc Stellarum innumerarum, quæ visum oculi inermis fugiunt, aut quia magis distant.

§. 208. Polum Antartcticum versus duæ Nubeculæ huic Viæ similes, dantur, quæ etiam sunt congeries Stellarum minimarum, nisi per Telescopia non visibilibus. Præter Stellæ, quæ hisce Nubeculis, & *Via Lactea* observantur, maximo numero per totum Cælum, adhibitis Telescopiis, minores Stellæ deteguntur, quæ nudis oculis non apparent. Sæpissime Stellarum congeries pro unica Stella inermi oculo habetur.

§. 209. Inter Stellæ quædam per vices videntur, & invisibiles fiunt, regularesque periodos observant; aliæ successive nunc magis lucidæ, nunc hebetiori lumine præditi, & Telescopiis tantum visibiles, apparent; idque statitis temporibus. Non tamen singulis periodis æque claræ sunt (1).

§. 210. Aliquando subito Stellæ apparuere, lumine lucidiores superantes, quæ deinde successive decrescunt, brevi evanuerunt, & adhucdum latent (2).

§. 211.

(1) Inter ejusmodi Stellæ, quæ certas apparitionis, & disparitionis periodos habent, celebris illa est, quæ in collo Ceti videtur, quæque octo vel novem anni mensibus inconspicua, reliquis quatuor, vel tribus mensibus varia magnitudine se videndam præbet. Has sane Stellæ esse e numero Planetarum, qui circa fixas tanquam Soles suas periodos statutis temporibus absolvunt, facile quisque sibi persuaderet, si intelligi posset, quo modo corpora mutato lumine splendentia in tanta distantia possent videri. Probabilius est has Stellæ superficiibus donari, maculis maxima parte testis, aliqua tamen ejus portione lucida manente; idcirco dum circa suum axem convolvuntur, modo hanc, modo illam partem nobis obvertunt. Hæ præter-

ea maculæ quibusdam mutationibus obnoxie esse possunt, ex quibus metamoræ varietates oriuntur.

(2) Ab Hipparchi ævo nova interfixa visa est Stella, quæ teste Plineio, causa fuit cur hic Astronomus adgressus sit Stellæ adnumerare. Post plura deinde sæcula anno 1572 nova in Cassiopea apparuit Stella maximarum emula, Tycho Brahe, aliisque tum temporis Astronomis observata; duravit sexquingentum ferme, & postea disparuit. Anno 1506 mente Augusto novam Stellam magnitudinis tertie in Cælo observavit David Fabricius, quæ post duos menses evanuit. Anno 1600 nova deprehensa est Keplero in pectore Cigni, quæ duravit usque ad annum 1659, ex quo tempore notabiliter decrevit, & demum exeunte anno 1661

§. 211. Præter Stellæ etiam in Cælo observamus varias maculas albidiores, & quodammodo lucidas, quæ nudis oculis invisibiles sunt; inermi enim oculo horum Lumen ad Stellæ, quæ in ipsis dantur, refertur, aut pro Stellis nebulosis habentur. Quid autem sint hæ maculæ, determinari non potest: forte sunt congeries Stellarum, quæ cum Stellis Telescopicis illam habent relationem, quam quæ Viam Lacteam efficiunt, cum illis, quæ nudis Oculis deteguntur.

Hæc evanuit: elapso vero quinquennio, nempe Septembri anni 1661, Julius Hevelius eam observavit in eodem præcise Cæli loco. Sed non modo novæ interdum observantur in Cælo fixæ, sed & aliæ variarum magnitudinum Veteribus memoratæ, vel a Tichone cognitæ & observatæ, & Cælo postmodum disparuerunt, quarum exempla in Hevelii catalogo passim invenire est: Pleiades communiter septem olim numerabantur, ac modo in serena nocte non plures quam sex discernuntur.

De natura harum Stellarum adfirmari nil certi potest: duo tantum possumus conjicere, quæ aliquam

saltem veri speciem habeant. 1. Eas Stellæ Cometas esse ad aliarum fixarum systemata potissimum spectantes, quæ cum Solari nostro systemati in suis revolutionibus propius accedunt, conspicuæ nobis fiant; & conspectu vero removeantur, cum ab eodem recedunt. 2. Vel Fixas eas esse, sed quæ maculis & corporibus opacis obrutæ penitus sint, lucemque omnem vel amiserint, vel adeo exigua lucis quantitas eis remanserit, ut videri amplius nequeant nequidem oculis microscopio adjutis: iis vero maculis consumtis, vel dissipatis iterum in lucem, hominumque aspectum veniant.



D E  
MUNDI SYSTEMATE  
P A R S S E C U N D A ,

Motuum Cælestium Causas Physicas declarans.

C A P U T , XI.

*De universali Gravitate.*



**EXPOSITIS** corporum Cælestium motibus, ut & phænomenis inde oriundis, quibus legibus motus hi peragantur, explicandum erit.

§. 212. Leges, secundum quas corporum motus diriguntur, ex dictis in his Physicæ Elementis ad sequentes reducuntur. 1. Corpus omne perseverat in statu suo quiescendi, vel movendi uniformiter indirectum, nisi quatenus a viribus externis cogatur statum suum mutare. 2. Omnis mutatio motus proportionalis est vi motrici impressæ, & fit semper secundum lineam rectam, qua vis imprimitur. 3. Actioni contraria & æqualis est reactio. His naturæ legibus sequens addenda est in tres distributa partes, ut totum pateat artificium, quo ingens Machina, systema Planetarium, regitur; scilicet 1. Omnia Corpora  
in



*in se mutuo gravia sunt. 2. Gravitas hæc materiæ quantitati proportionalis est. 3. Ad inæquales distantias est inverse, ut quadratum distantie.*

§. 213. Id est, omnia corpora sese mutuo petunt, aut sese mutuo versus tendunt, vi, quæ singulis particulis Materiæ in singulas particulas competit; & vis, qua corpus in alia agit, efficitur ex omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus corpus constat; ideo vis hæc crescit in ratione, in qua Materiæ quantitas augetur; & immutabilis est in singulis particulis; ad eandem distantiam semper eadem; aucta autem distantia decrescit vis, ut quadratum distantie augetur. Conferantur ea, quæ cap. 18. horum Physicæ Elementorum dicta sunt.

§. 214. Vim hanc *Gravitatem* nominamus, considerando corpus, quod aliud versus sponte tendit; quia eo nomine vis hæc in Telluris viciniis donatur. Considerando autem corpus, ad quod aliud tendit, vim hanc vocamus *Attractionem*; nam, cum omnis Gravitas sit reciproca, corpora se mutuo versus gravitare, idem significat, quam corpora sese mutuo attrahere, aut ad se mutuo sponte tendere. Nominibus Gravitatis & Attractionis eundem effectum designamus.

§. 215. Effectum hunc pro Lege Naturæ habemus, quia nunquam fallit, & hujus causa nobis est ignota, & ex legebis notis minime deduci potest. Nunc autem talem Gravitatem revera dari, ex phænomenis probandum est.

§. 216. Planetæ primarii singuli in orbitis suis retinentur viribus, quæ ad centrum Solis tendunt, circa Solem enim ita moventur, ut radii ad centrum Solis ex Planetarum centris ductis areæ describantur temporibus proportionales, uti cap. 1. hujus tractatus §. 18. ex observationibus Astronomorum accuratissimis ratum habuimus: dari propterea debet vis, qua Planetæ Solem versus feruntur, & qua Sol reciproce illos singulos versus tendit: id est, Sol in Planetas, & hi in Solem gravitant. Conferantur ea, quæ cap. 14. §. 402. horum Physicæ Elementorum adnotavimus.

§. 217. Eodem modo patet, secundarios Joviales in Jovem, & Jovem in ipsos; ut & Saturni Satellites in primum, & hunc in illos gravitare. Etiam Luna & Tellus in se mutuo graves sunt.

§. 218. Secundarii omnes in Solem Gravitatem habent.

Omnes

Omnes enim motu regulari circa Primarios ita feruntur, quasi Primarii quiescerent; unde liquet illos motu communi cum primariis ferri; id est, eandem vim, qua omnibus momentis Solem versus feruntur Primarii, in Secundarios agere, & hos eadem celeritate cum Primariis Solem versus ferri. Ipsæ Secundariorum irregularitates, quæ adeo sunt exiguæ, ut respectu solius Lunæ sint sensibiles, confirmant hanc Secundariorum Gravitatem in Solem; nam irregularitates has pendere a Gravitate Lunæ Solem versus, quæ pro varia distantia, & ex eo quod lineæ, per quas ad Solem tendunt Tellus & Luna, non semper sint parallelæ, diverse agit, in sequentibus videbimus.

Ex Gravitate Secundariorum in Solem, sequitur, Solem in illos gravitare.

§. 219. Circa Gravitatem Primariorum inter se observantur Astronomi Saturnum a via paululum deflecti, ubi Jovi, Planetarum longe maximo, est proximus: ita ut Jovem & Saturnum in se mutuo graves esse immediatis Observationibus constet.

§. 220. Saturnus etiam in hoc casu, ut Flamstedius observavit, turbat motum Satellitum Jovis, hos paululum ad se trahens; quod probat, & hos Secundarios in Saturnum, & hunc in ipsos gravitare.

§. 221. Ex hætenus dictis sequitur septemdecim Systema Planerarium componentia Corpora in se mutuo gravitare; licet de singulorum in singula Gravitate observationes immediatas instituere non liceat.

§. 222. Legis pars secunda est, Gravitatem Materiæ quantitati proportionalem esse, id est, singulis Materiæ particulis competere in singulas; ideoque Legem Gravitatis universalem esse, & singula corpora in alia corpora omnia gravitare; quod ex phænomenis etiam deducitur.

Vires Gravitatis sunt, ut actiones eodem Tempore editæ, & hæ actiones, si translationes fuerint æquales, sunt ut Materiæ quantitates in corporibus translatis; quemadmodum §. 216. horum Physicæ Elementorum demonstratum est: idcirco cum corpora inæqualia ad eandem distantiam a corpore attrahente æque celeriter ex Gravitate moveantur, vires Gravitatis Materiæ quantitatis rationem sequi clarum est. Idem experimur in omnibus corporibus in Telluris viciniis, quæ Tellurem versus Materiam

riæ quantitati proportionalem Gravitationem habent. Mutua autem horum omnium corporum Gravitatio sensibilis non est; quia respectu Gravitatis Tellurem versus admodum est exigua; ideoque motum ex hac turbare non valet, saltem ut sensibilis detur directionis mutatio.

§. 223. Pars Legis, quam examinamus, tertia est. Gravitationem decrescere, quando distantia augetur, & esse inverse, ut quadratum distantiae; quod ex phaenomenis quoque sequitur.

Corpora, in quæ vis Gravitatis agit pro quantitate Materiae, ut in Systemate nostro, eadem, ut diximus, celebritate feruntur in circumstantiis iisdem; ita ut non intersit, utrum majora an minora sint corpora, & moveantur quasi essent æqualia. In hoc autem casu, si vis punctum versus decrescat in ratione inversa quadrati distantiae ab hoc puncto, & corpora ad varias ab hoc ipso distantias revoluta fuerint, & in circulis retineantur hac vi, quadrata temporum periodicorum erunt inter se, ut distantiarum cubi, uti §. 417. hujus Physicæ demonstratum est. Quod æque in lineis Ellipticis, ad quarum Focos diriguntur vires, respectu distantiarum mediarum obtinet. Hicce autem casus in corporibus circa Solem, Saturnum, & Jovem, revolutis existat; unde sequitur vim Gravitatis recedendo a centrīs horum corporum decrescere in ratione inversa quadratorum distantiarum.

§. 224. Hoc ratiocinio posita Gravitate Materiae quantitati proportionali, illam in ratione inversa quadrati distantiae decrescere demonstramus. Ex eodem, posita Gravitatis diminutione juxta hanc rationem, sequitur Gravitationem Materiae quantitati proportionalem esse, ut facile liquet.

§. 225. Præterea §. 228. horum Physicæ Elementorum ex vi centripeta Lunæ versus terram probatum est diminutionem Gravitatis sæpius memoratam rationem inversam quadrati distantiae sequi, esseque ubique Materiae quantitati proportionalem; itaut circa ambas Gravitatis leges nullum dubium superesse possit.

§. 226. Consideravimus centra corporum in examine Legis diminutionis Gravitatis, quamvis Gravitatio ad singulas corporum particulas spectet; quia mathematica demonstratione constat, Actionem Corporis spherici, (in quo ubique partes a Centro aequè distantes sunt homogeneæ) constantis ex particulis, quas versus Gravitatio datur, quæ decrescit.

scit, recedendo a singulis, in ratione inversa quadrati distantiae, dirigi ad corporis centrum, & recedendo ab hoc minui in eadem ratione inversa quadrati distantiae: idest, si corpusculum A (Tab. 3. Fig. 6.) extra sphaericam superficiem  $HPFN$  fuerit constitutum, attractumque fuerit a sphaericæ superficiei partibus homogeneis, & æqualiter a centro distantibus (puta a partibus, quæ a  $P$  &  $p$  in revolutione semicirculi  $HPN$  circa axem  $HN$ , gignuntur) in ratione inversa quadrati distantiae ab his partibus, scilicet quadrati  $AP$ ,  $Ap$ ; dico idem corpusculum A omnibus his viribus conjunctis attrahi ad centrum sphaeræ  $C$  vi, quæ recedendo ab hoc centro minuitur in ratione quadrati distantiae  $AC$ ; ita ut tale corpus agat, quasi omnis materia ex qua constat, coacta foret in ipso centro. Hujus propositionis demonstrationem videtis apud Newtonum Principiorum Mathem. l. 1. prop. 71.

§. 227. Hinc sequentes deducimus conclusiones. In Superficiebus corporum sphaericorum, in quibus Materia homogenea est ad distantias æquales a centro, Gravitates esse directæ, ut Materia quantitates in corporibus, & inverse ut quadrata diametrorum; nam in his corporibus distantia a centro sunt ut diametri.

§. 228. In Superficiebus corporum sphaericorum homogeneorum æqualium, Gravitates esse ut corporum densitates; nam distantia a centro sunt æquales, in quo casu Gravitatis vires sunt ut quantitates Materiæ, quæ in Corporibus æqualibus sunt ut densitates.

§. 229. In Superficiebus corporum sphaericorum, inæqualium, homogeneorum, æque densorum, Gravitates sunt inverse, ut quadrata diametrorum; quia in harum ratione sunt distantia a centris: sunt etiam Gravitates directæ ut diametrorum cubi; nam in hac ratione sunt Materiæ quantitates in Sphaeris: & ratio composita ex directâ cuborum diametrorum, & inversa harum quadratorum, est directâ ipsarum diametrorum.

§. 230. Ideo, si & densitates & diametri differant, Gravitates in superficiebus erunt in ratione composita densitatum, & diametrorum. Idcirco divisa Gravitate in superficie per diametrum, detegitur densitas; quæ ergo sequitur rationem directam Gravitatis in superficie & inversam diametri.

§. 231. Si ad sphaericæ superficiei puncta singula tendant vires

vires aequales centripetae decrescentes in duplicata ratione distantiarum ab iisdem punctis: dico corpusculum intra superficiem constitutum his viribus conjunctis nullam in partem attrahi. Ita corpusculum  $A$  (Tab. 3. Fig. 7.) intra cavitatem superficiei sphaericae, a cujus punctis singulis attrahitur, in duplicata inversa ratione distantiarum ab iisdem punctis, ubicunque fuerit constitutum, nullam gravitatem habebit, gravitatibus scilicet oppositis sese mutuo destruentibus, ut demonstratum est Newtono Principiorum Mathematic. l. 1. prop. 70. Et quidem si corpusculum  $A$  sit in centro, propositio jam est manifesta. Sed si idem duplo remotius sit a superficie  $Ff$ , quam a  $Bb$ , ductis  $BAF$ ,  $bAf$  patet sphaerae partem  $FAf$  quadruplo majorem esse altera  $Bab$ , atque adeo quadruplo plures esse in  $FAf$  attrahentes particulas, quam in  $BAb$ ; sed ob  $AF$  duplo majorem  $AB$  sunt attractiones particularum in  $BAb$  quadruplo majores attractionibus similium particularum in  $FAf$ : igitur facta debita compensatione reperietur corpusculum  $A$  aequaliter attrahi a duabus sphaerae partibus  $FAf$ ,  $BAb$ .

§. 232. Hinc sequitur in Sphaera homogenea Corpus accedendo ad centrum, centrum versus gravitare ex sola actione Sphaerae, cujus semidiameter est distantia Corporis a centro, quae Gravitatis decrescit, accedendo ad centrum in ratione distantiae a centro; nam omnis Materia, quae ad majorem a centro distantiam datur, Sphaeram cavam efficit, in qua actiones in Corpus sese mutuo destruunt. Sit in sphaera  $PEp$  (Tab. 3. Fig. 5.) e centro  $T$  descripta locatum corpusculum  $S$ , & centro eodem  $T$  intervallo  $TS$  concipe sphaeram interiorem  $SLOI$  describi. Manifestum est per §. 231. sphaericas superficies concentricas, ex quibus sphaerarum differentia  $PSEpeOp$  componitur, attractionibus suis per attractiones contrarias destructis, nihil agere in corpus  $S$ . Restat sola attractio sphaerae interioris  $LOIG$ , quae per §. 229. est ut distantia  $TS$ .

## CAPUT XII.

## De Motu Telluris.

§. 233. **U**T nullum dubium supersit circa Systema in primo Capite hujus Libri explicatum, proferendus nobis hic est Telluris motus, de quo non mirum

si plures dubitaverint; nullis enim, nisi a Spectatoribus in Tellure institutis observationibus motus cælestes a nobis determinari queunt, & eadem phænomena apparent, siue corpora ipsa transferantur, siue Spectator moveatur; ita ut immediatis observationibus non constet, utrum motus Telluris ad corpora cælestia non referri debeat.

§. 234. Tellurem circa Solem circumferri, ex motuum Analogia deducitur, & ex examine Legum Naturæ plenius demonstratur. Quod motuum Analogiam spectat, notandum circa Jovem, & Saturnum rotari Satellites corpore centrali minores; circa Tellurem Luna Tellure minorævolvitur; tandem circa Solem girantur corpora minora Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus; si cum his Tellus rotetur, ubique in Systemate nostro corpora minora circa majora moventur; in hac autem regula exceptio dabitur respectu Solis, si ingens hoc corpus in motu minimam Telluris massam cingat.

§. 235. Circa Solem, Jovem, & Saturnum, circa quos singulos plurima corpora revolvuntur, lentius moventur, quæ magis a corpore centrali distant, & quidem juxta hanc regulam: *Quadrata temporum periodicorum sequuntur rationem cuborum distantiarum*; ex qua sequitur Planetarum velocitates esse in ratione subduplicata inversa distantiarum: quæ Regula applicari potest Telluri, si hæc cum cæteris Planetis circa Solem circumferatur, ut ratet, si illius tempus periodicum, (tempus nempe, in quo Sol integram revolutionem peragere videtur,) ut & distantia a Sole, cum cæterorum Planetarum distantiiis & temporibus periodicis, conferantur. Unicam autem patitur exceptionem regula hæc, si Sole translato, Tellus quiescat.

In hoc casu Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus, huic Regulæ in Motibus subjiciuntur, ut & quinque Satellites Saturni, & quatuor Joviales Planetæ; sola Luna cum Sole circa Tellurem, proportionem omnino diversam servant. Est enim tempus revolutionis Lunæ circa tellurem dierum 27, Sol vero giros suos absolvit diebus 365, & Luna 60 semidiametris terrestribus a terra in media distantia removetur: igitur si fiat ut 729. quadratum numeri 27 ad 133225 quadratum numeri 365, ita 216000 cubus numeri 60. ad alium, is erit 39460356, cujus radix cubica est 340; & hic numerus semidiametrorum terrestrium

strum distantiam Solis exhiberet a Terra, si in ejus motu locum obtineret eadem regula, qua reliqua omnia corpora mundana motus suos constanter temperant. Verum omnes consentiunt Astronomi, & invictis rationibus demonstra- si potest Solem plusquam trigiesies magis a Terra distare, quam sunt 340. semidiametri Terrestris. Instituito quoque calculo evinci facile potest Solis velocitatem reapse longe majorem esse, quam quæ secundum eam regulam requiritur.

§. 236. Hisce Argumentis alia addam, quibus, motum Telluris sequelam esse necessariam legum Naturæ ex phænomenis deductarum clare patebit. Omnia corpora in se mutuo gravia sunt; ideoque Sol & Tellus; sed Motus, quo hæc duo corpora ad se mutuo feruntur, ex directis observationibus deducitur. Quodcunque horum corporum circa aliud moveatur, describit Areas, lineis ad centrum hujus ductis, temporibus proportionales, quod ex observationibus Astronomicis constat; idcirco in Curva retinetur corpus motum per vim, quæ ad aliud Centrum dirigitur. Cum autem Actioni semper æqualis sit Reactio, nisi Naturæ Leges, quæ ubique constanter locum habent, in totum evertantur, duo hæc Corpora sese mutuo petunt celeritatibus, quæ sunt inverse ut horum Massæ.

Materiæ quantitas in Tellure fere nulla est respectu quantitatis Materiæ in Sole, ut in Capite sequenti viderimus: quare hic lentissime movetur, dum celerrime ad hunc accedit Tellus. Unde sequitur Tellurem circa Solem circumferri, ne in hunc motu illo violentissimo cadat.

§. 237. Motus hic idem Telluris ex iisdem principiis & alia methodo deducitur. Duo Corpora, quæ vi quacunque ad se mutuo feruntur, tandem concurrunt, aut continuo magis a se mutuo recedent, nisi utrumque ita moveatur, ut vim centrifugam habeat æqualem illi, qua aliud versus fertur; cum vero corpora, quæ in se mutuo gravitant, pressionibus æqualibus sese mutuo petant, non poterunt corpora hæc in motu circum se mutuo perseverare, nisi ambo ita moveantur, ut vires centrifugæ æquales habeant; quod, nisi ambo circa commune Gravitationis centrum æqualibus temporibus rotentur, non obtinet; id est, si Propositio hæc ad Solem Tellurem applicetur, nisi circa punctum, cujus

distantia a centro Solis est ad ipsius distantiam a centro Telluris, ut quantitas Materiæ in Tellure ad Materiæ quantitatem in Sole, ambo moveantur: quod Punctum ergo parum admodum a centro Solis distat. Cum autem quodcunque horum corporum moveatur, in motu circa aliud perseveret, sequitur ambo motibus memoratis subijci, Solemque exiguo motu agitari, dum Tellus Orbem maximum describit. Ex quibus sequitur motum Telluris ab illo negari non posse, qui ex Legibus motus ex Phanomenis deductis ratiocinatur.

§. 238. Probato motu Telluris annuo, & relata Tellure inter Planetas, exigua tantum difficultas superest respectu motus circum Axem; nemo enim, qui de illo non dubitat, hunc negat; multi, concessio motu circa Axem, Telluris annum motum negant; satis ergo erit in transitu notare, omnes Planetas, circa quos respectu hujus motus observationes instituere licet, circa Axes rotari; & motum similem Telluri competere, uniformem motum diurnum corporum, ad distantias quascunque ab hac remotorum, satis indicare. Quibus addendum, celeritatem Stellarum fixarum in minori quam viginti quatuor horarum tempore revolutionem integram peragentium vix magis probabilem esse, quam a nobis concipi potest.

§. 239. Etiam cum Naturæ Legibus minime congruit motus hic omnium corporum cælestium; nam, si hæc rotentur, circulos, quorum centrum Tellus occupat, motu æquabili, singulis diebus, percurrunt: id est, describunt areas, lineis ad centrum Telluris ductis, temporibus proportionales; & in orbitis retinentur viribus, quæ ad centrum Telluris diriguntur, & quibus, propter omnis actionis reciprocationem, Tellus etiam continuo illa corpora versus trahitur; ita ut violentissimo motu necessario agitari debeat: unde patet motum diurnum non ad ipsa corpora cælestia referri debere, sed ad Tellurem circa axem rotatam.

§. 240. Objiciunt, qui Tellurem quiescere contendunt, corpora in Telluris superficie, ex vi centrifuga, juxta tangentem ad circulum Equatori parallelum, debere a Tellure recedere. Respondemus corpora eodem motu cum superficie Telluris, in locis in quibus dantur, transferri; & ideo respectu punctorum superficiei, quibus respondent, comparari recedere per lineas ad axem perpendiculares; etiam corpora.



corpora gravitate ad centrum Telluris tendere; & ideo, motu ex hisce ambobus composito, corpus continuo, au- moveri, aut moveri conari; sed quia primus motus respectu secundi est admodum exiguus, parum tantum a directione centrum versus detorquetur grave, & paululum gravitas minuitur, eo magis, quo locus magis a Polo distat, quod cum experientia congruit. In sequentibus etiam videbimus, ubi de Telluris Figura agemus, directionem memoratam gravium, ubique dirigi perpendiculariter ad Telluris superficiem, quæ non est exacte spherica.

§. 241. Corpus, quod in altum projicitur, non modo motu, quo projicitur, gaudet, sed etiam fertur motu impresso illi, qui hoc projicit, aut Machinæ, ex qua propellitur, id est, motu communi cum puncto superficiei Telluris, cui respondet, fertur; ideoque in eadem linea, respectu superficiei Telluris translatae movetur, in qua translatum foret, si Tellus quiesceret.

## CAPUT XIII.

*De Densitate Planetarum.*

§. 242. Superest, antequam ad Systematis explicationem physicam transeamus, ut quantitates materiæ in quibusdam corporibus, & horum densitates, determinemus; quibus notis effectus legum, quibus hæc corpora reguntur, facilius patebunt.

§. 243. Quantitates materiæ in diversis corporibus sunt inter se, ut gravitates ad eandem distantiam ab hisce corporibus per §. 222. hujus tractatus; quæ gravitates sunt inter se inverse, ut quadrata temporum periodicorum corporum revolutorum, circa varia illa corpora, ad eandem illam distantiam, quemadmodum cap. 14. §. 409. hujus Physicæ est demonstratum. Multiplicando quantitates, quæ sunt in hac ratione, per eandem quantitatem, cubum nempe hujus distantie, non mutatur ratio harum quantitatum; quæ ergo sunt inter se, ut quotientes divisionum cubi memorati per quadrata temporum periodicorum memoratorum. Sed in Systemate Planetario detegitur quotiens talis divisionis pro corpore quocunque, dividendo cubum alterius distantie cujuscunque per quadratum

temporis periodici corporis ad hanc distantiam revoluti : quod tientes enim huiusmodi sunt æquales inter se , pro omnibus corporibus , circa idem , ad distantias quascunque , motis : ut sequitur ex æqualitate rationis inter cubos distantiarum , & quadratâ temporum periodicorum ad has distantias . Ex quibus deducimus *quantitates Materiæ in corporibus quibuscunque , in Systemate nostro , esse inter se directæ , ut cubos distantiarum , ad quas circa hæc , corpora alia revolvuntur , & inverse ut quadrata temporum periodicorum horum corporum revolutorum .*

Idipsum ita analytico calculo conficitur . Jam ex dictis cap. xi. hujus tractatus , & cap. 7. Physicæ Elementorum , notum est vim gravitatis , seu vim centralem corporis cuiuscumque esse in ratione composita ex directâ massæ corporis attrahentis , & inversa quadrati distantiae corporis quod attrahitur , a centro attrahentis ; idcirco si vis hæc centralis dicatur  $f$  , corporis massa  $m$  ,  $d$  distantia ,  $t$  tempus pe-

riodicum , erit  $f = \frac{m}{d^2}$  , &  $m = f d^2$  . Sed quemadmodum

§. 408. hujus physicæ demonstratum est , est eadem vis centralis  $f = \frac{d}{t^2}$  : igitur si in æquatione superiori  $m = f d^2$  loco  $f$  substituatur  $\frac{d}{t^2}$  , erit  $m = \frac{d^3}{t^2}$  ; idest cum corpus

circa aliud revolvitur , corporis attrahentis massa est directæ ut cubus distantiae inter corpora , & inverse ut quadratum temporis periodici ejus , quod revolvitur .

§. 244. Demonstratur hæc , seponendo agitationem corporis centralis , cujus materiæ quantitas quæritur . Propter Solis magnitudinem refectū Veneris ex.gr. , quem ex Planetis solum consideramus . vix ex hujus actione agitur ille , & Planeta hic potest considerari quasi motus circa corpus quiescens . Satellites Jovis & Saturni , motu quidem communi cum Primariis feruntur , sed circa hos , quasi circa corpora quiescentia , propter Primariorum magnitudinem , transferuntur .

§. 245. Luna autem satis sensibilibiter in Tellurem agit , & hanc agitat ; quare antequam ope Regulæ memoratæ , cum motu Lunæ computationem inire possimus , de conferenda materiæ quantitate in Tellure cum materiæ quantitatibus in Sole , Jove , & Saturno , determinanda est distantia , ad quam Luna circa Tellurem quiescentem ,  
id

Id est, actione Lunæ non translatam, revolvī posset, in eodem tempore periodico, in quo revolutionem suam revera peragit. Hic etiam non attendimus ad motum communem Tellūri & Lunæ, quo circa Solem ambo feruntur.

Luna in motu suo circa Tellurem perseverat; ideo Tellus & Luna circa communem gravitatis centrum rotantur, ut ex demonstratis circa Tellurem & Solem §. 237. hujus Tractatus sequitur. Luna ergo vi, qua Tellurem versus tendit, revolvitur in Orbita, cujus semidiameter est distantia Lunæ a memorato communi centro gravitatis Lunæ & Telluris. Si Tellus quiescere, & Luna distantiam suam ab hac servaret, in orbita majori Luna moveretur, & majus foret tempus periodicum; admota vero Luna, ita ut hujus centrum a centro Telluris detur ad distantiam sexaginta semidiametrorum, tempus periodicum idem esset cum tempore revolutionis circa memoratum commune gravitatis centrum, uti computationem ineunti facile patebit; de qua videbis adnotata ad prop. 4. Lib. 3. Princ. Math. Newtoni Editionis Genevensis.

§. 246. Hisce præmissis ipsam aggredimur computationem.

Distantia Veneris a centro Solis est 723, & tempus periodicum 19414160".

Quartus Satelles Jovis distat a centro Jovis partibus 12, quarum Venus a Sole distat 723: hujus Satellitis tempus periodicum est 1441929".

Quartus Satelles Saturni distat a centro Saturni, partibus iisdem 8, & tempus periodicum est 1377674".

Tandem distantia Lunæ 63 semidiam. Telluris a centro hujus, est partium memoratarum 3, 40; Tempus periodicum medium 2360580".

Divisis singulis cubis harum distantiarum, respective per suorum temporum periodicorum quadrata, dantur in quotientibus numeri, qui sunt inter se, ut materiæ quantitates in dictis corporibus centralibus: qui quotientes sunt inter se ut Numeri sequentes, si Tellurem excipiamus, circa quam correctio adhibenda fuit; quia Solis Actione

gravitas Lunæ in Tellurem parte  $\frac{1}{183}$  minuitur; quare quantitas materiæ detecta augenda est eadem quantitate, quod fecimus.

Quan-

*Quantitates Materiæ.**in Sole; Jove; Saturno; Tellure; Luna.*

10000. 9, 305. 3, 250. 0, 0512. 0, 0012.

§. 247. Ex observationibus Astronomicis nota etiam est ratio, quæ datur inter diametros horum corporum; & quarum partium Solis diameter continet 10000, diameter Jovis continet 997, Saturni 791, & Telluris 109. Idcirco si quantitates materiæ memoratæ per diametrorum quadrata dividantur, quotientes erunt inter se, ut pondera in superficiebus dictorum corporum per §. 227. hujus Tractatus; sunt autem quotientes hi, ut numeri sequentes.

*Gravitates in Superficiebus**Solis; Jovis; Saturni; Telluris; Lunæ.*

10000. 936. 519. 431. 146.

§. 248. Dividendo hos numeros per diametros, habemus proportionem densitatum eorundem horum corporum per §. 230. Quotientes hisce divisionibus detecti, sequentium numerorum rationem habent.

*Densitates**Solis; Jovis; Saturni; Telluris; Lunæ.*

10000. 9385. 6567. 39539. 48911.

Quæ Lunam spectant, in Capite ultimo determinamus; sed illa hic adjecimus, ut facilius cum reliquis conferri possint.

§. 249. Minime probabile est corpora memorata quatuor homogenea esse; unde sequitur densitates non exacte determinari posse, quare tantum determinantur densitates mediæ, id est, quas corpora haberent, si, servata materiæ quantitate & magnitudine, corpora forent homogenea.

§. 250. Proportio memorata inter densitates respectu omnium corporum, & computationes reliquæ respectu Solis, Jovis, & Saturni, sensibili errore expertes sunt; quantum ad Tellurem in his error forte datur corrigendus ex observationibus, quibus distantia Telluris a Sole magis accurate determinabitur.

Ponimus enim distantiam Lunæ 60. Semidiam., esse partium 3, 054, quarum Venus a Sole distat 723, id est, quarum Tellus a Sole distat 1000; quæ Lunæ distantia detegitur, ponendo Solis Parallaxim horizontalem 10", 30", quæ tamen pro vera absolute haberi non potest, licet ex ob-

observationibus exactissimis de Martis Telluri maxime vicini Parallaxi huc usque institutis deducatur, sed quæ nimium est exigua, ut circa observationes nulla erroris suspicio superfit. Errorem tamen ex male determinata ratione, inter Semidiametrum Telluris & hujus a Sole distantiam non mutare determinatam Telluris densitatem, ex ipsis computationibus circa hanc institutis deducitur. Ex hisce sequitur enim densitates corporum esse inter se, in ratione composita ex directa cuborum distantiarum corporum, quæ circumferuntur, & inversa quadratorum temporum periodicorum horum ipsorum corporum revolutorum; ut & inversa cuborum diametrorum corporum centralium; quorum densitates quærentur. Ratio ex his composita est composita ex ratione inversa quadrati temporis corporis circumacti, & ratione directa fractionis, cujus numerator est cubus distantiae corporis revoluti, & denominator cubus diametri corporis centralis. Fractio autem talis datur, si nota sit ratio inter diametrum corporis centralis & distantiam corporis revoluti ab hoc centro, licet hæc distantiae cum aliis non possint conferri. Ratio autem hæc respectu Telluris & Lunæ, æque ac respectu ceterorum corporum datur; quare & Telluris densitatis ratio ad reliquorum corporum densitates exacte detegitur.

## CAPUT XIV.

*De Causa motus Planetarum, quam Renatus  
des Cartes commentus est.*

§. 251. **S**upponit Cartesius omnem illam materiam, ex qua hic Mundus aspectabilis est compositus, fuisse initio a Deo divisam in particulas quam proximè inter se æquales, & magnitudine mediocres; & æqualiter fuisse motas tum singulas circa propria sua centra, & separatim a se mutuo, itaut corpus fluidum componerent; tum etiam plures circa alia quædam puncta æque a semutuo remotas, sicque varios Vortices componerent. Postea particulas hæc æquales, intestino motu attritas, resolvit in globulos diversæ magnitudinis, quas omnes *Secundum Elementum* vocat; & fluidum quoddam ex partibus irregularibus minutissimis ab angulis globalorum detritis, & maximè celeritate in omnes partes motis constans, quod

*Primum*

*Primum Elementum* appellat. Cumque hujus major suppetet copia, quam quæ interstitiis globulorum implendis sufficeret, reliqua versus centrum detrudebatur a globulis a centro ob motum circula rem recedentibus; ibique in corpus Sphæricum collecta corpus Solis, vel Fixæ in cujusvis Vorticis centro constituit.

§. 252. Præter motum æqualem particulis circa centrum Vorticis primitus impressum, Sol modo in Vorticis centro genitus, & in eandem partem cum reliqua Vorticis materia circa suum axem revolutus, & semper aliquid sui per angustos meatus, qui sunt inter globulos Secundi Elementi versus Eclipticam, sive circulum inter polos medium, emittens (tantundem a vicinis Vorticibus ad polos recipiens) vim habet secum rapiendi globulos istos; viciniore quidem celerius, remotiores autem tardius. Cum autem inferiores globuli materia Cælestis celerius moveantur, quam superiores, debent etiam esse minores; si enim essent majores, vel æquales, hoc ipso haberent plus virium, ideoque ex vi centrifuga superiores evaderent. Atque hæc omnia in quovis Vortice ita se habebunt, ut dictum est, usque ad certum terminum, ultra quem globuli superiores inferioribus celerius moventur, & quantum ad magnitudinem sunt æquales. Terminum hunc in Solis Vortice circa Saturni orbem, aut paulo ultra, constituit.

§. 253. His positis si contingat sidus aliquod, quod in centro sui Vorticis positum Solis vicem gerit, maculis obvolutum, atque sic debilitatum, a Vortice Solis vicino devictum abripi; si sidus hoc minoris agitationis sit capax, sive minus habeat soliditatis, quam globuli secundi Elementi, qui sunt versus circumferentiam nostri Cæli, sed tamen aliquando plus, quam aliqui ex iis, qui sunt versus Solem; intelligemus sidus istud, statim atque a Vortice Solis abreptum est, continuo versus ejus centrum descendere debere, donec devenerit ad eos globulos cælestes, quibus in soliditate, sive in aptitudine ad perseverandum in suo motu per rectas lineas, est æquale. Cumque tandem ibi erit, non amplius ad Solem magis accedet, neque etiam ab eo recedet, nisi quatenus ab aliquibus aliis causis inferius recensendis nonnihil hinc inde propelletur; sed inter istos globulos cælestes libratum, circa Solem gyra bit, & erit Planeta. Horum igitur unusquisque quiescit in ea Cæli regione, in qua versatur; & omnis vici

fiatio situs, quæ in illis observatur, ex eo tantum procedit, quod omnis materia Cæli, quæ illos continet, moveatur.

§. 254. Secundum hoc itaque Systema nihil verat quominus arbitremur spatium, in quo jam unicus Vortex Solis continetur, initio in septemdecim pluresque Vortices fuisse divisum: eosque ita fuisse dispositos, ut sidera, quæ in centrīs suis habebant, multis paulatim maculis tegerentur, & deinde isti Vortices alii ab aliis destruerentur, unus citius, alius tardius, pro diverso eorum situ. Adeout cum illi quatuor, in quorum centrīs erant Sol, Terra, Jupiter, & Saturnus, ceteris essent majores, sidera, quæ in centrīs quinque minorum Saturnum circumstantium versabantur, versus Saturnum delapsa sint, & quæ in centrīs quatuor aliorum Jovi vicinorum, versus Jovem, & similiter Luna Telluri vicina, versus Terram, & postea Mercurius, Venus, Terra cum Luna, & Mars (quæ sidera etiam singula suum Vorticem prius habuerunt) versus Solem; ac tandem etiam Jupiter, & Saturnus, una cum minoribus sideribus iis adjunctis, confluerint versus eundem Solem ipsis multo majorem, postquam eorum Vortices fuerunt absumpti. Sidera autem reliquorum Vorticum, si unquam plura fuerint quam septemdecim in hoc spatio, in Cometas abierint, in recta fere linea de Vortice in Vortices trajicientes, & nunquam in orbem revertentes. Sicque jam videntes primarios Planetas ad diversas distantias circa Solem deferri, judicabimus id ex eo contingere, quod eorum, qui Soli viciniore sunt, soliditas sit minor quam remotiorum. Atque hinc etiam fieri, quod semper eadem pars Lunæ sit Terræ obversa, vel certe non multum ab ea deflectat, quia alia ejus pars a Terra aversa aliquanto est solidior, & ideo Terram circumeundo majorem ambitum debet percurrere. Et videntes inferiores ex istis Planetis altioribus celerius in orbem ferri, putabimus id ex eo fieri, quod materia primi Elementi, quæ Solem componit, celerrime gyrando viciniore Cæli partes, iisque innatantes, & in iis relative quiescentes Planetas, magis secum abripiat, quam remotiores. Jupiter autem, Terra &c. circa proprios axes vertuntur, quia antea erant sidera lucida in aliquorum Vorticum centrīs consistentia, & ibi procul dubio nostri Solis instar gyratione: & nunc materia Primi Elementi in eorum centrīs congregata similes adhuc motus habet, ipsosque impellit.

§. 255. Denique non putandum est omnia centra Planetarum accurate in eodem plano semper consistere; nec circulos, quos describunt, esse omnino perfectos; sed ut in omnibus aliis rebus naturalibus contingere videmus, ista tantum præter propter talia esse, ac etiam labentibus seculis continuo mutari. Cum enim omnia corpora, quæ sunt in Universo, contigua sint, atque in se mutuo agant, motus uniuscujusque a motibus aliorum omnium dependet, atque ideo innumeris modis variatur. Unde quamvis omnes Planetæ motus circulares semper affectent, nullos tamen perfectos circulos unquam describent; sed modis omnibus tam in longitudinem, quam in latitudinem semper aliquantulum aberrabunt. Atque hæc est Cartesiani systematis summa, quantum ad Cælestium corporum motus causas, & rationes physicas spectat. Quam vero hæc philosophandi ratio naturæ ordini, concinnitati, certisque legibus & phænomenis adversetur, facile quisque dijudicabit, postquam sequentia Lemmata ostenderimus.

## L E M M A I.

§. 256. Si circa eundem axem revolvantur corpora duo in eadem ab axe distantia, atque etiam alia duo similiter in alia quavis distantia, dico rationem differentie motus angularis priorum corporum ad differentiam motus angularis posteriorum, componi ex ratione translationis corporum priorum a se invicem ad translationem posteriorum a se invicem, & ratione distantie posteriorum ab axe ad distantiam priorum ab eodem axe.

Motus angularis is dicitur, quo conficitur angulus ad axem, circa quem fit motus; unde illa dicuntur habere eundem vel æqualem motum angularem, quæ quantumvis inæquali distantia ab axe posita, æquales angulos ad axem eodem tempore, vel temporibus æqualibus conficiunt; & differentia motuum angularium est differentia angulorum ad axem a mobilibus simul confectorum. Qua posita definitione, sic Lemma demonstratur.

Sint in eadem distantia ab axe motus bina corpora A & B (Tab. 4. Fig. 5.); item & alia bina E, F in alia quacunque distantia ab eodem axe S. Moveantur postea uterque, & a se invicem seponentur, nempe A in *a*, & eodem tempore B in *b*; E in *e*, & F in *f*. Differentiz mo-



motuum angularium erunt anguli  $aSb$ ,  $eSf$ ; quos dico esse inter se in ratione composita ex ratione arcus  $ab$  (translationis nempe priorum a se invicem) ad arcum  $ef$  (translationem posteriorum a se invicem), & ratione  $SF$  ad  $SB$ . Sit arcus  $CD$  similis arcui  $ef$ ; ratio  $ab$  ad  $ef$  componitur ex rationibus  $ab$  ad  $CD$ , &  $CD$  ad  $ef$ . Sed ut  $ab$  ad  $CD$ , ita (per 33. Elem. 6.) angulus  $aSb$  ad angulum  $CSD$ , vel ad ejus æqualem  $eSf$ ; &  $CD$  ad similem arcum  $ef$ , ut  $SB$  ad  $SF$ . Ratio ergo  $ab$  translationis priorum ad  $ef$  translationem posteriorum, componitur ex ratione anguli  $aSb$  ad  $eSf$ , & ratione distantiae  $AS$  ad  $FS$ . Unde si  $ab$  translatio priorum a se invicem appelletur  $T$ ;  $ef$  translatio posteriorum  $t$ ;  $aSb$  differentia motuum angularium priorum dicatur  $A$ ,  $eSf$  sit  $a$ ;  $AS$  dicatur  $D$ , &  $FS$   $d$ , erit  $T, t :: D \propto A, d \propto a$ ; & propterea  $T \propto d \propto a = t \propto D \propto A$ , &  $A, a :: T \propto d, t \propto D$ . Quod erat demonstrandum.

## L E M M A I I.

§. 257. Sit  $DCE$  (Tab. 4. Fig 6.) hyperbole tertii generis ad asymptoton  $AE$  ita relata, ut ordinata  $CB$ ,  $cb$ , & sic de ceteris, sint reciproce ut cubi abscissarum  $AB$ ,  $ab$ ; dico spatium interminatum  $CBEF$  comprehensum inter rectas  $CB$ ,  $BE$  & curvam  $CE$ , esse ad spatium interminatum  $cb$   $EF$ , reciproce ut quadratum  $Ab$  ad quadratum  $AB$ .

Positis ordinatis  $CB$  vel  $cb = y$ , & abscissis  $AB$  vel  $ab = x$ , est curvæ æquatio  $y = \frac{1}{x^3}$ , seu, ut salvetur analogia  $y^3 x = a$ ; & spatii interminati  $CBEF$  elementum erit  $x^{-3} dx$ ; summa vero elementorum, spatium nempe ipsum  $\frac{1}{2} x^{-2}$ , hoc est,  $+\frac{1}{2} x^{-2}$  seu  $+\frac{1}{2} x^{-2}$ , sed ad partes  $BE$ . Similiter spatium interminatum  $cb$   $EF$  erit  $+\frac{1}{2} x^{-2}$ . Sed  $\frac{1}{2} x^{-2}$ ,  $\frac{1}{2} x^{-2} :: 2 AB^2, 2 ab^2 :: Ab^2, AB^2$ .

## L E M M A I I I.

§. 258. Si corporum duorum contiguorum unum super alterum moveatur, & idem fiat in alijs duobus corporibus eadem vi atque priora versus se invicem pressis, dico impressionem factam a frictione priorum in se mutuo esse ad similem impres-

*impressionem posteriorum, in ratione composita ex ratione translationis priorum ad translationem posteriorum, & ratione superficiei, qua priora se mutuo contingunt, ad superficiem, qua posteriora se mutuo contingunt, nempe in quibus impressiones fiunt.*

Moveatur A (Tab. 4. Fig. 7.) super B, C super D; & eadem vi, qua est pressum A versus B, sit pressum C versus D. Constat imprimis, quod si superficies, quibus hæc quatuor corpora bina se contingunt, essent perfecte lubricæ, nulla foret corporum impressio in se mutuo. At ponamus in utrisque, tam in AB, quam in CD, esse æqualem defectum lubricitatis partium, adeoque æqualem resistantiam ex defectu lubricitatis ortam; tunc liquet, quod si superficies, quibus corpora bina bina se contingunt, sint æquales, impressionem corporum A & B in se mutuo esse ad similem impressionem corporum C & D, ut translatio seu velocitas, qua partes corporum A & B separantur a se invicem, ad similem translationem, seu velocitatem partium C & D. Et contra si hujusmodi translationes, seu velocitates essent æquales, & inæquales superficies, quibus corpora bina bina se contingunt, tunc impressiones essent ut superficies, quibus corpora bina bina se contingunt. Dum ergo tam superficies, quam translationes sunt inæquales, erit impressio corporum priorum AB in se invicem ad similem impressionem corporum posteriorum CD, in ratione composita ex ratione superficiei, qua corpora priora se contingunt, ad superficiem, qua se contingunt posteriora, & ex ratione translationis, seu velocitatis, qua partes priorum A & B a se invicem separantur, ad similem translationem partium corporum posteriorum C & D. Q. E. D.

#### L E M M A IV.

§. 259. *Si sphaera solida in fluido uniformi & infinito circa axem positione datum uniformi cum motu revolvatur, & ab hujus impulsu solo agatur fluidum in orbem; perseveret autem fluidi pars unaquaque uniformiter in motu; erunt tempora periodica partium fluidi, ut quadrata distantiarum a centro sphaera.*

Designet AEH (Tab. 4. Fig. 8.) sphaeram uniformiter circa axem S rotatam. Fluidum infinitum sphaerae undique circumfusum divisum intelligatur in orbes innumeros concentri-

tricos ejusdem crassitudinis; quorum quivis per se spectatus solidus est: hi vero designentur per circulos BFK, CGL, DMN &c. Quoniam fluidum sic divisum homogeneum ponitur ( hoc est omnes ejus partes æqualiter compressæ ) impressiones contiguorum orbium in se mutuo factæ, erunt per Lemma 3. conjunctim ut eorum translationes ab invicem, & superficies contiguæ, in quibus impressiones sunt. Si impressio in orbem aliquem major est vel minor ex parte concava; prævalebit impressio fortior, & velocitatem orbis vel accelerabit, vel retardabit, prout in eandem plagam cum ipsius motu, vel in contrariam dirigetur. Proinde quoniam ex hypothesi fluidum in motu suo uniformiter perseverat, impressiones ex utraque parte cujusque orbis in contrarias plagas factæ, æquales sunt; & ideo ratio, quæ æqualis est rationi impressionum ( ratio nimirum composita ex rationibus translationum, & superficialium contiguarum ) erit etiam ratio æqualitatis. Unde translationes sunt reciproce, ut superficies contiguæ, hoc est, reciproce ut quadrata distantiarum a centro. Sed per Lemma 1. differentiarum motuum angularium sunt ut translationes directæ, & distantia a motus centro inverse: Igitur dictæ differentiarum motuum angularium orbium concentricorum sunt reciproce ut quadrata distantiarum a centro, & reciproce ut distantia a centro conjunctim, hoc est, reciproce ut cubi distantiarum a centro. Ergo si ex omnibus punctis rectæ SZ ex centroeductæ, ubi superficies contiguæ orbium concentricorum illam secant, nempe A, B, C, D &c. erigantur ad SZ normales Aa, Bb, Cc, Dd cubis ipsarum SA, SB, SC, SD &c. reciproce proportionales; erunt hæ ordinatæ respective, ut prædictæ differentiarum motuum angularium respectivorum orbium concentricorum, & summæ harum ordinatarum, ut summæ dictarum differentiarum; hoc est ( cum orbis extimus, seu infinite diffusus omnino non moveatur ), ut motus toti angulares. Si jam crassitudo orbium minuatur in infinitum ( quomodo circumfusus medium eatenus sit uniformiter fluidum ) summæ prædictarum ordinatarum fient areæ AZa, BZb, CZc, DZd &c. Adeoque motus toti angulares orbium BFK, CGL, DMN &c. sunt ut areæ BZb, CZc, DZd &c. respective. In figura vero AZa ordinatæ Bb, Cc, Dd &c. sunt reciproce ut cubi rectarum SB, SC, SD &c.

unde per Lemma 2. areæ  $BZb$ ,  $CZc$ ,  $DZd$  &c. sunt inverse ut quadrata rectorum  $SB$ ,  $SC$ ,  $SD$  &c. Et ideo motus angulares orbium  $BFK$ ,  $CGL$ ,  $DMN$  &c. sunt inverse ut quadrata suarum semidiametrorum  $SB$ ,  $SC$ ,  $SD$  &c. Sed tempora periodica sunt motibus angularibus reciproce proportionalia: Ergo tempora periodica orbium  $BFK$ ,  $CGL$ ,  $DMN$  &c. sunt in ratione directa (quippe reciproca inverse) quadratorum suarum distantiarum a centro  $S$ , nempe rectorum  $SB$ ,  $SC$ ,  $SD$  &c. Adeoque patet propositio, si medium sphaeræ circumfusum constare intelligatur ex innumeris solidis orbibus tenuissimis concentricis.

Si vero ductæ intelligantur infinitæ rectæ quamplurimæ continentes cum axe angulos æqualibus excessibus se mutuo superantes, & his rectis circa axem revolutis, & superficies conicas describentibus, concipiantur orbes in annulos innumeros secti; annulus unusquisque habebit annulos quatuor sibi contiguos, unum interiorem, alium exteriorem, & duos laterales ex eodem orbe resectos. Attritu interioris & exterioris nequit intermedius aliter moveri, quam prius ante resectos orbes; alioquin partes fluidi non perseverarent in motu suo uniformiter; sed medius iste in motu suo acceleraretur, vel retardaretur, ut prius de orbibus integris ostensum, contra hypothesim. Et propterea annulorum series quælibet a solida sphaera centrali in infinitum recta pergens, & inter duas proximas superficies conicas comprehensa, movebitur eodem prorsus modo, quo hæ ipsæ movebantur ante divisionem orbium in annulos; nisi quatenus quisque in hac serie annulus impeditur ab attritu annulorum ad latera. Hic vero attritus nullus est, quia annuli omnes a media sphaera solida æqualiter distantes (hoc est ex eodem orbe resecti) eodem tempore revolvuntur: nam si hoc non fieret, sed qui versus polos citius, vel tardius circumcuius suos absolverent, quam qui sunt versus circulum inter polos medium; tardiores ex attritu mutuo incitarentur, & velociores retardarentur, contra hypothesim, quæ supposuimus fluidum perseverare in motu suo uniformiter. Cum ergo annulorum omnium, in eadem distantia a centro, idem sit tempus periodicum, revolvuntur similiter, ac si ex orbe solido nondum essent resecti; hoc est absque attritu: & ideo eadem lex in hoc casu orbium in annulos resectorum obtinet, quæ prius obtinebat ante orbium divisionem.

visionem; hoc est, annulorum singulorum tempora periodica erunt ut quadrata distantiarum ipsorum a centro medietatis sphaerae solidae.

Dividatur jam annulus unusquisque sectionibus transversis in particulas innumeras constituentes fluidum absolute, & uniformiter tale, & quoniam hae sectiones non spectant ad legem motus circularis, sed ad constitutionem fluidi solummodo conducunt, perseverabit motus circularis ut prius. His divisionibus annuli omnes quam minimi asperitatem & vim attritus mutui aut non mutabunt, aut mutabunt aequaliter, & manente causarum proportione manebit effectuum proportio; hoc est proportio motuum & temporum periodicorum, ut prius. Et igitur partium singularum in supra descripto Vortice tempora periodica erunt, ut quadrata distantiarum a centro Vorticis. Q. E. D.

## COROLLARIUM 1.

Si major sit resistentia partium Vorticis in maiore a centro distantia, quam in minore, vel ob maiorem crassitiam, vel minorem fluiditatem particularum fluidum constituentium, vel ob aliam quamlibet causam; tum segnius movebuntur partes Vorticis a centro remotiores, quam proportionem superius in propositione stabilita; hoc est tempus periodicum partium Vorticis a centro remotiorum erit ad tempus periodicum partium centro viciniorum in maiore quam duplicata ratione distantiarum istarum particularum a centro.

## COROLLARIUM 2.

Si Vortex non extendatur in infinitum, sed fluidum in Vorticem circumactum contineatur vase rigido violenter detento, diversae figurae a sphaerica globo centrali concentricae; movebuntur Vorticis particulae non in circuloz peripheriis globo circumagenti concentricis, sed in lineis sphaerice conformibus vasis figurae; & tempora periodica erunt ut quadrata mediocrium distantiarum a centro quamproxime.

§. 260. His praemissis propositionibus facile modo est universam Cartesianorum Vorticum fabricam pessumdare. Et 1. cum ex 4. Lemmate pateat Vorticem quemlibet

a sphaera solida circa axem positione datum uniformiter revoluta factum, in infinitum propagari, si non impediat; si Mundus ex hujusmodi Vorticibus constaret, fierent totidem Vortices in infinitum pergentes, quot sunt fixæ, quarum quævis, ex Cartesii mente, imitar Solis nostri Vorticem efficit. Neque Vortices definirentur certis limitibus, sed serperent, & in se mutuo paulatim excurrerent. Atque hoc pacto fluidi infiniti Universum constituentis pars unaquæque eo agitabitur motu, qui ex omnium sphaerarum centralium sive Solium actionibus resultat. Quantum vero hæc incertitudo absit a certo ordine, situ & motu Fixarum, quæ arctissimis vinculis calculi simplicissimi connectuntur, Astronomiæ periti judicabunt.

2. Porro quoniam Vorticis supradicto modo geniti partes centro propiores celerius motæ urgent exteriores, motumque ipsis ea actione perpetuo communicant, & exteriores illæ eandem motus quantitatem in alias adhuc exteriores simul transferunt; quia ex hypothese ea est Vorticis conditio, ut unaquæque fluidi pars perseveret in motu suo uniformiter, neque in eadem a centro distantia nunc magis, nunc minus incitetur: patet quod motus perpetuo a centro ad Vorticis circumferentiam transferatur, & per infinitatem circumferentiæ absorbeatur. Et proinde ad conservationem Vorticis in eodem statu requiritur principium aliquod activum, a quo Sphaera centralis, sive Solis huius Vorticis, eandem semper quantitatem motus accipiat, quam in materiam Vorticis imprimit. Unde autem tale principium activum in Sole quovis Vorticem ciente residens arceffant Cartesiani, non video; cum ipse Cartesius §. 146. *Part. 3. Princip. Philos.* audacter dicat: *nihil occurreret circa phenomena Planetarum, cujus ratio ex jam dictis non facile reddatur.* Necessitatem hujusmodi principii activi in Vorticum centralibus sphaeris satis perspexit oculatissimus Keplerus; adeoque ne paulatim langueret motus, in illas ab Omnipotentia creatrice in ipso rerum exordio impressus, hunc vel perpetua Creatoris cura, vel Animæ ad id destinatæ ope sustentatum vult. Nam absque tali principio activo, necesse est ut sphaeræ centrales, & Vorticum partes interiores, propagantes semper motum suum in exteriores, neque novum aliquem motum accipientes, tardescant paulatim, & in orbem agi

desinant. Adeoque Mundus hic Cartesianus absque ejusmodi activo principio amechanico ad quietem & interitum sponte sua vergit.

3. Agnoscentibus Cartesio & Cartesianis, corpora, quæ in Vortice delata in orbem redeunt, ejusdem sunt densitatis cum Vorticis partibus, in quibus versantur, & eadem cum ipsis lege, quoad velocitatem & cursus determinationem moventur: in hoc solum differunt fluidum deferens, & corpus delatum, quod corporum a Vortice sic delatorum partes datum inter se situm servant, & quod sint partes Vorticis quasi congelatæ & solidæ, nec motu intestino inter se cieri & misceri facile possint, ut partes ejus fluidæ; cetera prorsus æqualia. Cum igitur Vorticis partes ea lege revolvantur, ut earum tempora periodica sint in duplicata ratione distantiarum a centro, per Lem. 4. Planetæ etiam circa Solem delati, & in fluida Vorticis materia, cui innatant, relative quiescentes, eadem lege revolvuntur. Cum ergo Tellus e. g. periodum suam absolvat uno anno, Saturni, (cujus distantia a Sole noncupla est distantia Terræ ab eodem Sole) periodus esset 90 annorum, cum tamen vix sit 30; similiter periodus Jovis esset 27 annorum, quæ tamen ad 12 non ascendit: & omnes superiores Planetæ periodos haberent veris majores; inferiores autem veris minores.

Si Vorticum patroni respondeant, Vortices non esse uniformiter fluidos, ut in Vortice quarti Lemmatis supponebatur, sed partes Vortice constituentes in recessu a centro esse crassiores, ut *Cartesius* §. 82. Parte 3. ponit; tum per coroll. 1. quarti Lemmatis, Planetæ a Sole remotiores erunt adhuc segniores, cum tamen hætenus ex hoc systemate nimis sint segnes; patetque ex hac Vorticum constitutione Cartesianæ, longius ab observatis recedi, quam si Vortices essent ex fluido uniformi compositi. Igitur cum demonstratum sit partes Vorticis lege longe alia revolvi, quam quæ in Planetis observatur; nempe tempora partium Vorticis periodica esse ut quadrata distantiarum a centro, si materia Vorticis fuerit homogenea; vel etiam ut altiores quædam dignitates distantiarum, si materia Vorticis sit in majori distantia crassior; cum interim in Planetis quadrata temporum periodicorum sint ut cubi distantiarum; (hoc est, Planetarum tempora periodica ut distantiarum dignitates, quarum exponentes sunt

sunt  $\frac{1}{3}$ , quæ multo humiliores sunt, quam illæ, quæ ex-

ponuntur per 2, vel numerum binario majorem); palam est Planetas ab hujusmodi Vorticibus corporeis non deferri.

4. Si Vortex in infinitum extenderetur, patet ex quarto Lemmate fluidi partem quamlibet perfectum circulum describere debere, & ex Corol. 2. aberrationem a via circulari procedere a vase rigido (vel quod hujus instar est), in quo Vorticis materia continetur; Unde clare sequitur, quo major est Vortex respectu semitæ ab ejus parte fluida, (vel a Planeta simul delato) descriptæ, tanto magis Planetæ semitam ad circulum perfectum accedere debere; hoc est, Planetæ Soli propioris minorem futuram excentricitatem, quam remotioris; cum tamen observationes Astronomicæ testentur Mercurii orbitam esse multo magis excentricam, quam Saturni. Rursus quia per Corol. 2. Lemmatis quarti, Vorticis particulæ, simulque delati Planetæ movebuntur in lineis fere conformibus figuræ vasis, in quo fluidum continetur, Planetarum omnium Aphelia e Sole spectata erunt versus easdem Fixas posita; cum tamen Planetarum Aphelia a se mutuo longe distent, ut Jovis & Terræ, circuli quadrante; Martis & Terræ, circuli triente; Martis & Veneris sint fere opposita. Porro materia Vorticis more fluminis intra cancellos angustos coarctata per leges mechanicas velocius moveri debet, quam dum in latiore alveo libere decurrit; idque in ratione inversa latitudinum alveorum, aut quæ harum instar sunt. Sed in principio  $\pi$  distantia inter Orbes Martis & Veneris est ad eorundem distantiam in puncto opposito, nempe in principio  $\Theta E$ , fere ut 3 ad 2; adeoque Vorticis fluidum intermedium, Tellurem deferens, velocius feretur in eadem ratione in principio  $\Theta E$ , quam in principio  $\pi$ ; utpote intra angustiores limites contentum; (nam fluidi Martem, & Venerem deferentis semitæ cancellorum, vel alvei vices gerunt); hoc est, Tellus e Sole visa in principio  $\Theta E$  dimidio velocius feretur, quam cum eadem e Sole in principio  $\pi$  conspicitur; vel Sol e Tellure visus in principio  $\pi$  dimidio velocius inter fixas moveri videbitur, quam in principio  $\Theta E$ . Contrarium tamen accidit ex observatione omnium omnino Astronomorum: & Sol in principio  $\pi$  e Tellure visus motu diurno confi-



conficere videtur tantum minuta prima 58, cum in principio  $\chi$  integrum gradum pari tempore confecisse videatur.

5. Corpus a Vortice abreptum, & ejusdem densitatis cum partibus Vorticis inter quas versatur, in orbem rediens, si alias non impediatur, circulum describit; cujus plano perpendicularis est axis sphaerae centralis, qua fluidum in Vorticem circum agitur; & si corporis semita ad hoc planum inclinata sit, paulatim minuetur ista inclinatio, tandemque coincident. Etenim ex Lemmatis quarti demonstratione patet quamlibet particulam fluidi Vorticem componentis hujusmodi circulum describere; quare & Planeta, qui nonnisi ab hisce particulis desertur, inter eas relative quiescens talem etiam describet, etsi per vim aliquam exterius ingruentem hinc deflectat, paulatim minuetur inclinatio ab occurso particularum fluidi praedictos circulos describentium, & hujusmodi circulum describet ipse, sic tandem in Vorticis fluido relative quiescens, & simul cum ipso delatus. Verum ne vel unicus reperitur Planeta, ad cujus Orbitae planum axis Solis normalis est; neque per bis mille annos, quibus observationes instituuntur, inclinatio Orbitae alicujus Planetae ad istud planum diminutaprehenditur; neque ullae ab hisce Philosophis Planetis assignantur fibrae latitudinis, quibus inclinatio haec eadem conservetur. Apologia autem, quam pro Planetarum excentricitate varia, varia etiam orbitarum ad se invicem inclinatione, varioque Apheliorum situ affert Cartesius §. 34. *Partis Tertiae Princip.* (nempe haec: *Sed ut in aliis omnibus rebus naturalibus contingere videmus, ista tantum praeterpropter talia esse, ac etiam labentibus saeculis continuo mutari*) plane ostendit illum in calculo Astronomico prorsus peregrinum. Quamvis enim causas physicas in syderum motibus locum obtinere non sit negandum, inaequalitates tamen casuales penitusque irregulares (quales Cartesius innuere videtur) in illis admittendas nullus his assuetus censebit.

6. Cum globuli fluidum Vorticis Solaris componentes sint prope Solem minores, & proinde illorum massa, in dato spatio contenta, illudque replens, minus densa, quam in maiore a Sole distantia; sequitur & Planetas, qui ejusdem sunt densitatis cum Vorticis particulis, quibus innant, quo propiores sunt Soli minus esse solidos; quod & agnoscit Cartesius §. 147. *Part. Tert. Princip.* Id ta-

men a vero alienum esse in demonstratis modo habetur; raturum nempe est Planetam quemvis, quo Soli vicinior est, eo & solidiorem sive densiorem esse; hoc est plus materię sub æquali magnitudine continere. Quod & melius congruit rationibus archetypicis, concinnitati geometricę, & causis finalibus: ex quibus palam est collocasse Deum Planetas in variis distantis a Sole, ut quilibet pro gradu densitatis, calore Solis majore vel minore fruatur; & proinde densiorem Planetam esse Soli etiam propiorem, cum materia omnis densior ad operationes naturales obeundas majorem calorem requirat.

7. Tycho olim ex Cometarum motu demonstravit Planetas in solidis orbibus non moveri; quia nimirum Cometę orbes Planetarum trajiciunt. Iidem Cometę nunc Planetas a vorticibus corporeis non deferri aque evidenter ostendunt; quoniam Cometę plerumque vias valde obliquas, quandoque Zodiaci planum ad angulos rectos secantes, & nonnunquam cursui Planetarum directe contrarias sequuntur, motusque hosce liberrimos quidem diutissime conservant, universali huic legi obnoxii, quod radio ad Solem ducto areas describant temporibus proportionales; quod prorsus impossibile esset, si integra Vorticis materia circa Solem ageretur vi sufficienti ad ingentia Planetarum corpora devehenda. Neque Cartesium juvat quod Cometas ultra Saturnum relegat contra observationum fidem, (quas Tycho & Astronomi non detorserunt, ut hypothesibus propriis inservirent, quod innuere vult Cartesius); cum Vorticis Solaris materia ultra Saturnum secundum eundem Cartesium momentum majus habeat ad illos secum rapiendos, quam prope Venerem & Mercurium; tum quod Globuli Vorticem constituentes majores sint illic, quam hic; tum præcipue quod multo celerius moveantur, quippe circuitum immense majorem intra paucas habet domadas absolventes, ut habet Cartesius §. 62. Part. Ter. Princip. Ex hisce ergo omnibus constat hanc Vorticum hypothesim cum phænomenis Astronomicis omnino pugnare, & non tam ad explicandos, quam perturbandos motus Cælestes conducere.

## CAPUT XV.

*De Causis Motuum Cælestium a celeberrimo  
D. Leibnitio adductis.*

§. 261. **I**N quærendis motuum Cælestium causis adeo pronum est eas ab ambiente fluido Æthere petere, ut Philosophi Planetas considerarint circa Solem delatos, similiter atque paleæ vel festucæ innatantes aquæ deferuntur ab aqua in Vorticem acta a baculo, in medio vastis quiescentis circa axem suum rotato. Sententia hæc vastissima neglecta diu jacuit. Sed superiore sæculo a magnis Viris est resuscitata; quippe ante Cartesium, de quo supra, Torricellio & ipsi Galilæo probata.

§. 262. Tam vehementer autem placuit hæc sententia, ut acutissimus Philosophus D. Leibnitius (etiam post edita Newtoni Princ. Mat. Philos. Nat.) illi nomen suum dedit: qui nihil aliud superesse judicat, quam ut ostendatur quomodo Causa motuum Cælestium a motibus Ætheris, sive (Astronomicè loquendo) ab orbibus deferentibus quidem, sed fluidis oriantur. Tam celebre inter Geometras nomen meretur certe, ut ejus Tentamen de motuum Cælestium Causis (quod cum orbe litterato communicavit in actis Erudit. Lipsiæ editis mense Febuario anni 1689) exactissime consideretur. D. Leibnitius enim, si quis alius Vortices motibus Cælestibus accommodare valet, & legum Cælestium a Keplero inventarum rationes reddere. Præsertim cum aliqua in eo genere illi lux affulserit, & inquisitio commode admodum, & naturaliter successisse ipsi perspicacissimo videatur, ut inde in eam sit erectus spes, veris motuum Causis a se appropinquatum esse. Hujus igitur Philosophi modum magna hæc opera explicandi paucis, & suis fere verbis trademus.

§. 263. Primo pro certo assumit Leibnitius, omnia corpora quæ in fluido lineam curvam describunt, ipsosque adeo Planetas, ab ipsius fluidi motu agi. Omnia enim curvam describentia ab ea recedere conantur per rectam tangentem ex natura ejus motus; oportet igitur esse quod coerceat: nihil autem contiguum est, nisi fluidum ex hypothesi; & nullus conatus coercetur nisi a contiguo & moto ex natura corporis; fluidum ergo ipsum in motu esse necessè est.

§. 264. Cum ex observatione exactissima constet Planetam quemlibet primarium orbitam circa Solem describere, ea lege motus, ut radiis a Sole ad Planetam ductis areae semper abscindantur temporibus proportionales, consentaneum est Ætherem seu orbem fluidum, cujusque Planetæ circulatione circa Solem moveri, quæ dictæ motus legi congruat. Hoc vero demum fiet, si orbium innumerorum circularium concentricorum exiguae crassitudinis, in quo orbis Planetæ fluidus cogitatione dividitur, quilibet suam habeat propriam circulationem, tanto velociorem proportionem, quanto quisque est Soli propior; hoc est, si velocitates circulandi, quæ sunt in partibus fluidi, sint radiis seu distantis a Sole reciproce proportionales. Unde fit, quod sive Planeta magis, sive minus a Sole distet, sectores æqualibus temporibus a radio vectore descripti æquales sint. Nam dicti sectores sunt in ratione composita ex directa ratione radiorum seu distantiarum a Sole, & reciproca arcuum siue circulationum; ideoque, ex hujus circulationis natura, in ratione æqualitatis. Circulationem supra descriptam, ubi velocitates circulandi sunt distantis a centro reciproce proportionales, vocat *Harmonicam*, quia positis distantis a centro crescentibus æquabiliter, seu arithmetice, circulationes decrescunt in Harmonica progressionem; quippe quantitibus in progressionem arithmetica positis reciproce proportionales, quam esse harmonice proportionalem proprietatem vulgo notum est.

§. 265. Ponit itaque Vir celeberrimus Planetam moveri motu duplici, seu composito ex circulatione Harmonica orbis sui fluidi deferentis, & motu *paracentrico* accessus ad Solem, & recessus ab eodem. Facit autem circulatio ætheris, ut Planeta circuletur harmonice, non velut motu proprio, sed quasi tranquilla natatione in fluido deferente, cujus motum sequitur. Unde nec impetum circulandi velociorem retinet, quem habuerat in orbe inferiore seu propiore, sed eum elanguescentem, dum superiores, (majori velocitate quam suæ resistentes) trajicit, continuo deponit, & sese orbi ad quem accedit insensibiliter accomodat; & vicissim dum a superioribus ad inferiores tendit, impetum eorum accipit. Itaque non tantum in arcubus circuli, sed & in curva alia quacumque describenda, circulatio harmonica locum habet. Nam area temporis elemento descripta, a radiis e Sole ad Planetam in

in alia quavis curva motum ductis abscissa, comparabiliter non differt a sectore circuli, cujus idem est angulus ad centrum, & radius præcedentium alteruter.

§. 266. Alter motus cum priore motum Planetæ integrum componens, nempe *paracentricus*, duplici ex causa ortum ducit; nempe ex *impresione excussoria circulationis*, & *attractione Solari* (aut quod hujus instar est) inter se compositis. Cum enim omne Mobile a linea curva, quam describit, recedere conatur per tangentem; per hunc motum solum Planeta a Vortice harmonice circulato delatus a Sole recedet. Et ejus conatus centrifugi ab Auctore ostenduntur esse in ratione radiorum reciproca triplicata. Altera motus Planetæ paracentrici pars componens est attractio Solaris, sive, quæ hujus vices gerit, Planetæ gravitas: & licet hanc vim attractionem vocet, eam ab impulsu fluidi ambientis derivari, sicut & ipsas actiones magneticas, nullus dubitat.

§. 267. Porro quoniam ex observatione constat, quemlibet Planetam primarium orbitam describere ellipticam, in cujus altero focorum est Sol, itaut radiis e Sole ad Planetam ductis areæ semper abscindantur temporibus proportionales; nulla autem est in Vortice circulationis lex, quæ ultimam conditionem adimpleat, præter harmonicam. Reliquum est, ut quærat Gravitatis lex, quæ juncta cum conatu centrifugo mobilis harmonice circulantis, motum faciat paracentricum; qui una cum circulatione harmonica mobile in perimetro Ellipsis movere facit, quam (post præmissum Lemma rationem circulationis in con Sectione ad velocitatem paracentricam ostendens) definit, Theorema sequens demonstrando: *Si Mobile, quod gravitatem habet, feratur in Ellipsi, aut alia con sectione, circulatione harmonica, sitque in foco Ellipseos centrum tam attractionis, quam circulationis; erunt attractiones seu gravitatis sollicitationes, ut quadrata circulationum directe, seu ut quadrata radiorum, sive distantiarum a foco reciproce.* Invenit igitur inesse Planetis Gravitatem ad Solis centrum tendentem, cujus ea est Lex, ut sit quadrato distantie a foco reciproce proportionalis. Hanc porro legem antea notam fuisse D. Newtono ultro agnoscit, quippe cujus *Principia Philosophiæ* antea edita fuerant, & in hisce Actis relata.

§. 268. Post subnexa Corollaria quædam ex primario suo

suo Theoremate pulcre consequentia, finem *Tentamini* huic Physico Astronomico imponit, duo agnoscens in hoc argumento potissimum præstanda ipsi superesse. Unum, ut explicet quis motus Ætheris Planetas graves faciat, seu versus Solem pellat, & quidem in duplicata reciproca ratione distantiarum, sive (ut ipse loquitur) in duplicata ratione viciniarum. Deinde, quæ sit causa comparationis motuum inter diversos Planetas Systematis ejusdem, ita ut tempora periodica sint in sesquuplicata ratione mediarum distantiarum. Cumque (secundum Auctorem) horum utrumque pendere necesse sit a contiguïs corporibus, quæ omnia Ætheris nomine indigitat, duo hæc eo collimant, ut distinctius explicetur motus Vorticis, seu Ætheris Systemæ unumquodque constituentis. Sed cum hæc altius repetenda sint, & propterea brevitati schediasmatis includi non possint, quid illi consentaneum visum sit, rectius separatim exponendum ait.

§. 269. Sed contra modo descriptum Celeberrimi Leibnizii *Tentamen de Causis motuum Cælestium* faciunt quædam ex superius adductis, capite antecedenti, rationibus contra Vortices corporeos Planetas deferentes; nempe quod Cometarum quorundam viæ sint ad Zodiacum valde obliquæ, quandoque hujus planum ad angulos rectos secant, imo nonnunquam cursui Planetarum directe contrariæ. Cumque Cometæ, dum a nobis observantur, areas circa Solem describant temporibus proportionales, pari jure Vorticem harmonice circulantem ponere oporteret, cuius Cometæ æque ac Planetæ circumvehendo necessarium; hoc est, Vorticem Vortici contrarium.

§. 270. Considerando quidem unicum Planetam circa Solem, vel aliud quodvis centrum, rotatum, si hic per Vorticem deferendus sit, nullo proprio motu agitatus, sed quasi tranquilla natatione in fluido deferente, cujus motum sequitur, uti Auctor supponit; oportet Vorticem harmonice circulari, ut areas per radios a Planeta ad Solem ductos abscissæ sint proportionales temporibus. Alia nulla Vorticis constitutio rationem inter areas efficiet eandem quam inter tempora. Unde si Auctoris Vortex Planetarum motibus non satisfaciât, certe alius nullus obtinebit. Atque hoc semel posito, reliqua, quæ per Geometriam inde deducit Auctor, optime procedunt, ut illi solent. Quibus ego addo hujusmodi Vorticem (cujus nem-

nempe fluidum in plano per centrum, cui axis est normalis, harmonice circuletur) mechanice producendum, si sphaera solida in fluido uniformi, & infinito, circa axem positione datum, uniformi cum motu revolvatur, & ab huius impulsu solo agatur fluidum in orbem, & huius pars unaquæque perseveret uniformiter in motu suo. Atque hoc tantum Auctori restabat circa motum Vorticis Solaris, seu Ætheris explicandum; nempe quomodo in circulationem harmonicam impelli & incitari possit. Nam quoniam universaliter tempora percurrendi sunt ut spatia percurfa directe, & velocitates inverse; & in motu circulari spatia una revolutione percurfa sunt ut radii, & in circulatione harmonica velocitates sive circulationes reciproce ut radii; patet tempora periodica partium Vorticis harmonice circulantis esse in duplicata ratione radiorum. Atqui hanc eandem esse proprietatem circulationis in plano per centrum, cui axis est normalis in Vortice, per sphaeram centalem ad motum incitato, demonstratum est Lemmate quarto præcedentis Capitis.

Verum si duorum aut plurium Planetarum motus inter se comparentur, apparebit materiam fluidam Vorticis Solaris non moveri circulatione harmonica. Nam hæcenus demonstravimus tempora periodica partium fluidi harmonice circulantium (& consequenter etiam corporum, quæ tranquilla natatione in fluido deferuntur) esse in duplicata ratione radiorum. Verum tempora periodica Planetarum non sunt in duplicata, sed tantum in sesquuplicata ratione distantiarum a centro: igitur Planetæ diversi non moventur circulatione harmonica.

§. 271. Dicit proculdubio Auctor se non ponere totum fluidum Vorticis Solaris moveri circulatione harmonica continua, & nullibi interrupta a Mercurio usque ad Saturnum inclusive; sed fluidum deferens Mercurium moveri circulatione harmonica a perihelio usque ad aphelium, deinde interrupta hac harmonia rursus circulari harmonice a Veneris perihelio usque ad ejus aphelium, sed non continuata harmonia cum priore circulatione prope Mercurium: hoc est, itaut circulatio fluidi deferentis Venerem sit ad circulationem fluidi deferentis Mercurium, ut distantia Mercurii a Sole ad distantiam Veneris ab eodem; atque rursus (interrupta priore harmonia) fluidum Terram deferens moveri harmonice quidem a Terræ perihelio ad

aphe-

aphelium, si solitaria spectetur hæc armonia, & non comparetur cum harmonia fluidi ad Venerem, vel Mercurium; atque ita in reliquis deinceps Planetis: hoc est, per crassitiem cujusvis orbis harmoniam obtinere particularem a ceteris separatam, & disjunctam; similiterque in Jovis & Saturni Satellitibus ascendendo a Jovis, & Saturni centro. Fatendum tamen est Auctorem circulationem suam harmonicam etiam ad diversos Planetas extendere videri §. 17. ubi ait: *in distantia dupla tantum quarta pars anguli e Sole spectati eodem temporis Elemento absolvitur, in tripla tantum nona*: nam certe hi numeri in eodem Planeta locum non habent. Quod si (quod maxime oportet) de interrupta harmonia partium fluidi circulantium expresse loquatur, ægre Philosophis persuadebit rem ita se habere; quod nempe per crassitiem orbis Mercurii a perihelio ad aphelium circulatio sit harmonica, sive fluidi velocitates, ut distantia a centro reciproce: comparando vero circulationem hanc cum circulatione ætheris ad alterum quemvis Planetam, illa sit ad hanc in reciproca subduplicata ratione radiorum: nam independentem ab omni causa physica demonstratum est Propos. XXVII., & XXVIII. (*scil. lib. 1. Astron. Phys. Geom. Davidis Gregori*) Planetarum celeritates esse reciproce in subduplicata ratione distantiarum a Sole. Monstruosus certe futurus est Solis Vortex, & hi fluidi orbis deferentes deferentibus solidis absurdiores, si per crassitiem cujusvis e sex deferentibus orbibus harmonica circulatio locum habeat, & harmonia interim hæc quinquies interrumpatur; nempe ad interstitia deferentium. Et contra hanc interruptionem facit, quod Cometa per Zodiacum in consequentia delatus, & interstitia hæc orbium Planetas deferentium trajiciens ita moveatur, ac si deferretur ab æthere harmonice circulante; id est, ita ut areæ a radio vectore descriptæ sint temporibus proportionales. Advertatur porro quam difformiter difformis esset Solaris Vortex, in quo orbis Saturni crassities, ubi circulatio ætheris harmonica obtinet, major est quam distantia Mercurii a Venere, vel Veneris a Terra, vel etiam Terræ a Marte, in quorum singulis interrumpitur harmonia; & ubi, deposita ratione radiorum reciproca, quam in harmonia servant, circulationes in horum binis quibusvis inter se comparatis sunt in subduplicata ratione radiorum reciproca, mox resumpturæ priorem



tem harmoniam. Videtur ipsum Celeberrimum Auctorem hanc Vorticis harmonice circulantis labem detexisse cum illud superesse agnoscat, ut explicet, quæ sit causa comparationis motuum inter diversos Planetas Systematis ejusdem, ita ut tempora periodica sint in sexquuplicata ratione mediarum distantiarum; istud enim non esse circulationis harmonicæ effectum satis perspexit.

§. 272. Mirum fortasse videbitur Celeberrimum Leibnizium, qui ex causis primo obtutu tam diversis a prius stabilitis, Planetarum motus deduxit, in eandem tamen incidisse legem Gravitatis, qua quisque in Orbita Ecliptica retinetur. Istius coincidentiae hæc est ratio. Licet Leibnizius ad Planetam circumducendum adhibeat materiam Vorticis harmonice circulantem, quia tamen in Planeta sic circumducto, & curvam quamvis describente agnoscit conatum excussorium, quo fieret ut Planeta in recta tangente curvam moveretur, nisi coereretur; idem facit ac si Planetam æquabiliter in recta moveri statuisset, nisi coereretur: nam hi duo motus simul istud efficiunt; id est, idem ac si nulla externa vi agitatus in spatiis liberis feratur. In utroque enim casu lineam rectam motu æquabili describet: nam mobile lineam rectam æquabili motu describens, illam ita percurrit (per Propos. 1. Elem. 7.) ut areae per radios ad quodvis datum punctum ductos abscissæ sint temporibus proportionales. Cum ergo circulatio harmonica, & conatus excussorius simul eadem præsentent, atque motus æquabilis in recta, fieri non potuit, quin inveniret legem Gravitatis eandem cum prius inventa; nempe quæ Planetam ab eadem tangente recta, quam eodem modo percurreret, ad eandem Sectionem coni detradat versus Solem eodem modo positum.

## CAPUT XVI.

*Totius Systematis Planetarii Explicatio Physica  
secundum Cl. Isaacii Newtoni principia.*

§. 273. **I**N Parte prima hujus Libri motus corporum in Systemate Planetario exposuimus, quomodo ex veris Legibus Naturæ sequantur, explicandum est; id

id est, quomodo, corporibus his semel motis, in motibus, quos observamus, perseverent.

§. 274. Concipiamus Solem & Mercurium: hi si sibi permittantur, ad se mutuo accedunt: si autem projiciantur, poterunt circa commune Gravitatis Centrum æqualibus temporibus revolvi, & Ellipticas Lineas immobiles describere, & in illo motu perseverare; constat enim mathematica demonstratione in hoc casu corpora circa commune centrum gravitatis describere Ellipses similes illi, quam unum circa alterum quiescens, iisdem viribus posset describere, & motus hosce æqualibus temporibus absolvi: centrum hoc gravitatis propter magnitudinem Solis, vix ab ipso Solis centro distat.

§. 275. Concipiamus ulterius ad majorem a Sole distantiam Venerem projici, turbabit hic paululum Mercurii motum; qui etiam, actione sua in Venerem, hunc paululum a via deflectet, & ambo Solem, nunc eandem partem versus, nunc ad partes diversas, trahent; sed nunquam ita ad se invicem accedunt, ut mutua actio sensibilis sit respectu actionis, qua Sol hæc corpora ad se trahit; quare omnes hæc irregularitates insensibiles sunt, ut postea distinctius videbimus. Unde concludimus hæc corpora tendere ad punctum in vicinia Solis inter hæc corpora; quod ergo parum admodum distat a communi centro gravitatis omnium.

§. 276. Si successive Tellus, Mars, & reliqui Planetæ, ad distantias diversas a Sole, projiciantur, idem rationum locum habebit. Unde sequitur, omnes Planetas revolvi circa omnium corporum, Systema componentium, commune centrum gravitatis, quod parum a Sole distat: & Planetas sese mutuo sensibilibiter in motibus non turbare: singulosque lineas describere, quas circa Solem describerent, si quisque solus cum Sole in Systemate planetariorum existeret, id est, Ellipses immobiles: nam has ex vi gravitatis describi constat, nullasque alias lineas excentricas immobiles, a circulo parum differentes, ex vi centrali ad distantias æquales æqualiter agente, describi posse notum est.

§. 277. Clarius etiam patebit, omnes Planetas ad punctum in vicinia Solis tendere, si consideremus quantitatem materiæ in Sole millies, & magis, materiæ quantitatem in Jove, Planetarum longe maximo, superare.

§. 278. Dum Planetæ omnes revolvuntur, licet parum tantum agitent Solem, hunc tamen agitant, & diverse trahunt, pro vario illorum situ inter se, unde motus exiguus in Sole oritur, qui semper pendet a motu jam acquisito, & mutatione in hoc ex actione memorata, quæ omnibus momentis mutatur.

§. 279. Hujus vero Solis agitationis effectus est, Planetas sese mutuo minus in motibus Ellipticis circa Solem turbare, quam si Sol in medio Systematis quiesceret. Jupiter, ex. gr., si æqualiter a Mercurio & Sole distet, æquali celeritate ad se trahet hæc duo corpora; unde situs respectu Solis minus turbatur, quam si Sol hoc Motu non agita- retur, & Mercurius solus ad Jovem tenderet: pro variis Mercurii & Solis a Jove distantis, unus aut alter magis attrahitur, & semper in situ respectivo minor mutatio datur, dum ambo eandem partem versus feruntur, quam si, Sole quiescente, Mercurius solus Jovem versus moveretur.

Ratiocinium hoc ad omnes Planetarum magis a Sole distantium actiones, in minus distantes, applicari potest. Quod attinet horum actionem in illos, pro vario situ ad Solem trahunt Planetam, aut hunc a Sole separant, & in, eam considerando revolutionem respectivam, id est, motum a conjunctione ad conjunctionem sequentem, turbatio minor est, quam si Sol immobilis staret.

§. 280. Magnitudo Solis cum ceteris corporibus Systematis nostri collati, in causa est, ut ex antedemonstratis patet, parum Planetas sese mutuo turbare; cum tamen non infinita sit hæc magnitudo, non semper actiones mutuarum omnino contemnendæ sunt; ideo non inutile erit quasdam de his computationes inire.

§. 281. Diximus observationibus Astronomicis constare, Jovem viam Saturni mutare, ubi huic est proximus; quare hæc turbatio præ ceteris sensibilis sit, ex lege gravitatis deducitur.

§. 282. Actiones Jovis in Saturnum, quando huic est proximus, & Solis in eundem Planetam, qua hic in Orbita retinetur, sunt inter se directe ut quantitates Materialis in Jove & Sole, nempe ut 9, 305, ad 10000, & inverse ut quadrata distantiarum Jovis & Solis a Saturno, id est, directe ut quadrata numerorum 954, 434; nam distantia Saturni & Jovis a Sole sunt ut 954 ad

520; quare, ubi Jupiter Saturno est proximus, distantia hujus a Jove & Sole sunt in dicta ratione. Ratio composita ex memoratis duabus est 45 ad 10000. aut 1 ad 222: hæc Jovis actio cum Saturni gravitate in Solem conspirat; & ideo hanc parte  $\frac{1}{212}$  auget: unde non mirum turbationem sensibilem esse.

§. 283. Non consideramus hic vim, qua Jupiter Solem trahit; nam hac orbita Saturni non mutatur. & explicandum erat quare Saturni motum mutatum observent Astronomi; actione tamen Jovis in Solem magis ad Saturnum trahitur Sol, & situs respectivus horum corporum magis turbatur, quam observationibus Astronomicis detegitur. Vis qua Jupiter in situ memorato trahit Solem, & qua ideo hic Saturnum versus trahitur, est ad vim, qua Jupiter Saturnum trahit, ut quadratum numeri 434. ad 520 quadr., id est, ut 31 ad 45., qui ultimus numerus exprimit vim, qua Saturnus ad Jovem tendit, quando gravitas Saturni in Solem exprimitur per 10000. Si colligamus in unam summam vires Jovis, quibus Saturnum & Solem trahit; erit vis, qua ex interposito Jove hæc corpora ad se mutuo tendunt, ad gravitatem Saturni in Solem, ut 76. ad 10000; sed gravitas hæc est ad gravitatem Solis in Saturnum, ut 10000 ad 31., 25; quare accessus mutuus Solis & Saturni est ad augmentum hujus accessus ex actione Jovis interpositi, ut 10003 ad 75, aut, ut 131 ad 1. Hæc notabilis est, & omnium longe maxima turbatio in motu Planetæ primarii cujuscunque, hæc etiam in unico tantum casu locum habet; nam recedente Jove a Saturno, brevi insensibilis est turbatio motus Saturni.

§. 284. In eodem situ Jovis Saturno proximi, hujus vis, licet in hoc casu sit omnium maxima, non æque sensibilis est ad viam Jovis circa Solem mutandam. Actio Saturni ad Jovem trahendum est ad illius actionem, qua Solem trahit, ut 954. quadr. ad 434. quadr.; celerius ergo Jovem trahit, & cum eandem partem versus trahantur, differentia harum virium est vis, cum qua ex Saturni actione, Jupiter & Sol a se mutuo separantur; quæ ideo est ad gravitatem Solis in Saturnum, ut differentia horum quadratorum ad ultimum, id est, proxime ut 72 ad 19. Hæc autem Solis gravitas in Saturnum est ad gravitatem Jovis in Solem, ut 3, 25 ad 10000, & ut 520. quadr. ad 954

954 quadr., id est, ut 19 ad 19509; est idcirco vis turbans Saturni ad Jovis gravitatem in Solem, ut 72 ad 19509, aut ut 1 ad 2703; ita ex actione maxima Saturni, parte tantum  $\frac{1}{2703}$  minuitur Gravitās Jovis in Solem, quæ turbatio insensibilis est.

§. 285. Reliquæ Planetarum mutæ perturbationes sunt multo minores, ut patebit determinando illam, quæ omnium harum reliquarum maxima est, Jovis in Martem, quæ computatione simili præcedenti detegitur.

§. 286. Distantiæ Jovis a Marte & Sole, quando Mars inter hunc & Jovem in eadem linea datur, sunt ut 3677 ad 5201; quare vires, cum quibus Jupiter hæc corpora trahit, sunt inverse ut horum numerorum quadrata, id est, proxime ut 2 ad 1, quarum virium differentia æqualis est ultimæ, id est, gravitati Solis in Jovem. Gravitās hæc Solis in Jovem, est ad gravitatem Martis in Solem, ut 9, 305., ad 10000., & inverse ut quadrata distantiarum horum Planetarum a Sole, & est hæc ratio composita 1 ad 12512; in qua ergo ratione est vis perturbans Jovis ad gravitatem Martis in Solem. Quare Martis gravitās in Solem parte tantum  $\frac{1}{12512}$  actione Jovis illi proximi minuitur.

§. 287. Quantumvis perturbationes hæc ex actione Planetarum in se mutuo sint exiguæ, & licet quæ in situ Planetarum diverso locum habent, quodammodo sese mutuo compensent, hisce tamen paululum mutatur ratio, juxta quam decrescit vis, quæ Planetas in Orbitis retinet, ita ut non exacte minuatur in ratione inversa quadrati distantiae; idcirco, licet sensibilibiter quiescant Orbitæ, post multas revolutiones situs harum Orbitalium paululum mutatus observatur.

§. 288. Ex hisce omnibus sequitur Planetas in principio ad distantias, ad quas a Sole moventur, semel projectos, in motibus, legibus ante expositis, perseverare; excentricitatemque Orbitalium pendere a celeritate, & directione primæ projectionis. Motus autem hi diutissime conservari possunt propter Materiæ cælestis exiguam resistantiam.

§. 289. Patet etiam, quare lineis ad centrum Solis ductis describant areas temporibus proportionales; quia nempe ceteræ gravitates in Systemate exiguæ sunt, respec-

Et gravitatis Solem versus ; ideoque hac sola in Orbitis continentur Planetæ , unde hæc arearum proportio sequitur .

§. 290. Motus etiam in lineis Ellipticis lentissime translati ex lege gravitatis sequitur ; hæ enim immobiles essent , si in Solem tantum graves essent Planetæ , & ex actione mutua Planetarum lenta orbium agitatio deducitur .

§. 291. Quod autem spectat proportionem , quæ inter cubos distantiarum & temporum periodicorum quadrata observatur , sequitur hæc quoque ex gravitatis lege ; ita ut si hisce addamus , quæ de deflexione Saturni diximus , nihil explicandum supersit circa motum Planetarum primariorum .

§. 292. Cometarum motus a lege gravitatis pendere , etiam ex Observationibus deducitur ; & horum respectu , ut circa Planetas dictum , Solis gravitas prævalet , & hac gravitate a via recta deflectuntur : viæ autem curvaturam ab hac eadem gravitate etiam pendere ex eo sequitur , quod corpus ex hac gravitate describat aut Ellipsin , aut Parabolam , aut Hyperbolam ; quales lineas descripsisse hos Cometas constat , quorum Trajectoriæ fuere determinatæ .

§. 293. Satellites Jovis & Saturni circa Primarios iisdem legibus moventur , quibus Primarii circa Solem rotantur ; quare motuum horum explicatio ad illos etiam referri potest ; nam in tribus hisce casibus circa Solem , Jovem & Saturnum , dantur corpora minora , ad varias distantias , circa corpus multo majus revoluta .

§. 294. Dum Secundarii circa Primarium rotantur , omnes motu communi moveri posse clarum est ; quo non turbantur motus respectivi , quibus inter se agitantur , quia diversis impressionibus corpus eodem tempore ferri potest ; motus Primario cum Satellitibus suis communis est motus Primarii circa Solem .

§. 295. Turbantur tamen Secundariorum motus ex Solis actione , quem versus pro vario situ nunc Primario celerius , nunc tardius , feruntur ; plerumque etiam per deflexiones diversas in centro Solis concurrentes ; hæ irregularitates , quæ exiguæ sunt , in Satellitibus Saturni & Jovis observari non possunt , licet revera similes sint illis , quæ in motu Lunæ observantur ; minima hujus deviationis nobis admodum est sensibilis ; exactissime autem Lunæ irregularitates ex Theoria gravitatis sequi , in Capite sequenti patebit .

## CAPUT XVII.

*Motus Lunæ Explicatio Physica.*

§. 296. **L** Unam & Tellurem semel projectas, circa commune gravitatis centrum in motu perseverare posse constat, si impressione communi quacunque ferantur per lineas rectas parallelas inter se, ut de Satellitibus Jovis & Saturni dictum; motus hic non turbabit motum circa centrum commune gravitatis, quod solum directionem hanc sequetur; quia respectu amborum corporum quiescit. Corpora vero motu composito ex hac impressione, & motu circa commune gravitatis centrum feruntur; id est, circa hoc translatum gyran- tur, ut circa idem quiescens ante hujus motum. Si omnibus momentis novæ impressiones communes ambobus corporibus in hæc agant, poterit omnibus momentis mutari via centri gravitatis, quæ mutatio similis erit illi, quam subirent corpora ipsa, si motu respectivo carerent.

§. 297. Ex hisce deducimus, si dum Luna & Tellus circa commune centrum gravitatis in gyrum moventur, ambæ projiciantur, viam centri gravitatis ex actione Solis in utrumque corpus agentis illam esse, quam corpus eodem modo projectum circa Solem describere posset.

§. 298. Unde sequitur Lunam motum Telluris turbare, & centrum commune gravitatis horum corporum describere orbitam circa Solem, quam huc usque a Tellure ipsa descriptam diximus, quia ad actionem Lunæ huc usque non attendimus; Tellus autem describit curvam irregularem.

§. 299. Posito Sole in S (Tab. 3. Fig. 13.); sit in B centrum commune gravitatis Lunæ Q, & Telluris M in Plenilunio: post integram Lunationem, id est, iterum in Plenilunio sit hocce centrum in A; & sit F D A Orbita, quam Telluris vocamus, & in qua memoratum centrum gravitatis revera movetur.

§. 300. Sit Lunatio hæc divisa in quatuor partes æquales; post primam gravitatis erit in E, Luna in P, Tellus in L; post præterlapsam secundam temporis partem in Novilunio centrum gravitatis erit in D, Luna in R, Tellus in I; in Quadratura sequenti centrum gravitatis

erit in B, Luna in O, Tellus in H; tandem in Plenilunio, posito centro gravitatis in A, Luna erit in N, Tellus in G, quæ omnia sequuntur ex revolutione Telluris & Lunæ circa commune centrum gravitatis, dum hoc in orbita circa Solem movetur.

§. 301. Videmus ergo Tellurem moveri in curva M L I H G, quæ in singulis Lunationibus bis inflectitur; quæ curva etiam in se non redit, quia inflexiones in variis revolutionibus circa Solem non coincidunt: quia duodecim Lunationes cum tertia parte circiter singulis annis absolvuntur.

§. 302. Irregularitas hæc motus Telluris, quæ ex Legebis Naturæ deducitur, nimium est exigua, ut in observationibus Astronomicis sensibilis sit, aut ullo modo percipiatur; quare sine errore ponimus centrum ipsum Telluris orbitam F D A percurrere; nam M F, aut D I, distantia maxima Telluris ab hac orbita, est circiter pars quadragesima distantiae M Q, quæ ipsa non est trecentesima pars distantiae F S.

§. 303. Etiam in explicandis, quæ Lunam spectant, negligimus considerationem motus Telluris circa sæpius memoratum centrum gravitatis, sed ponimus illam revolvî ad distantiam a centro Telluris 60 Semid.; quia ut antea vidimus, ad hanc distantiam, in suo tempore peroratio, revolvî posset circa Tellurem quiescentem, aut translata in orbita; in qua ex Lunæ actione non turbaretur. Multo facilius hac methodo Lunæ irregularitates deteguntur, quæ eadem sunt, ut facile patet, sive Luna circa commune centrum gravitatis Lunæ & Telluris, sive circa ipsum Telluris centrum, rotetur.

§. 304. Sit Sol S, Tellus in T, Lunæ Orbita A B I; tandem detur Luna in A in Quadratura: per A S Solem versus tendit, eodem modo, & eadem celeritate, qua Tellus versus S per T S fertur; quia distantiae A S & T S sunt æquales: repræsentetur celeritas hæc per T S aut A S, poterit actio, qua Luna conatur descendere per A S resolvî in duas, formato Parallelogrammo A D S T; ita ut Luna conetur moveri per A D & A T, celeritatibus, quæ hisce lineis repræsentantur.

§. 305. Pressione per A D agenti Luna eadem celeritate, & eandem partem versus cum Tellure fertur; propter lineas parallelas & æquales T S & A D; quare ex hoc motu



motu relatio inter Lunam & Tellurem non muratur; pressio autem per  $AT$  cum gravitate Lunæ in Tellurem conspirat, & augetur gravitas hæc ex actione Solis, quando Luna in Quadraturis versatur: estque augmentum ad Telluris gravitatem in Solem, ut  $AT$  Lunæ distantia a Tellure, ad  $TS$  Telluris distantiam a Sole; pressiones autem per  $AT$  &  $TS$  hisce ipsis lineis representari ex eo facile liquet, quod gravitates sint pressiones, quæ in corpora mota, ut in quiescentia agunt, quæque ideo singulis momentis generant augmenta velocitatum in ratione ipsarum gravitatum, in qua eadem ratione sunt, ergo velocitates eodem tempore genitæ.

§. 306. Manente  $TS$  Telluris distantia a Sole, crescit & minuitur augmentum memoratum gravitatis in ratione lineæ  $AT$ , id est, distantia Lunæ a Tellure.

§. 307. Manente autem hac Lunæ distantia a Tellure  $AT$ , si augeatur  $TS$ , minor erit  $AT$  respectu  $TS$ ; ideo licet non mutaretur vis, qua Tellus & Luna Solem versus cadunt, augmentum, de quo agimus, minus esset, & eo minus, quo major est  $TS$ , quia hæc licet aucta, eandem tamen quantitatem representaret; ideo augmentum erit inverse ut  $TS$ ; vis autem gravitatis non manet, quando  $TS$  augetur, sed minuitur; quare & hac de causa minuitur augmentum memoratum, & quidem in eadem ratione cum hac vi gravitatis; ideoque in ratione inversa quadrati distantia  $TS$ ; si hæc diminutio cum alia memorata jungatur, videmus augmentum, de quo agimus, sequi rationem inversam cubi distantia Telluris a Sole.

§. 308. Manente Telluris a Sole distantia, Lunæ gravitas in Tellurem lentius in quadraturis decrescit, quam pro ratione inversa quadrati distantia a Telluris centro; nam si augmentum in hoc casu sequeretur inversam hanc rationem quadrati distantia, quam sequitur gravitas ex Telluris actione, non turbaretur hæc ratio: augmentum verò crescit, dum gravitas ipsa minuitur; quare augmentum, quando distantia augetur, semper majus est, quam requiritur, ideoque diminutio gravitatis minor.

§. 309. Augmentum hoc computatione determinatur in mediis Lunæ a Tellure, & hujus a Sole distantis: sint  $AT$  &  $TS$  hæ distantia mediæ; est augmentum quæ-

quæsitum ad gravitatem Telluris in Solem, ut  $AT$  ad  $TS$ ; est etiam hæc gravitas Telluris in Solem ad gravitatem Lunæ in Tellurem, ( quia corpora hæc hisce gravitatibus in Orbitis retinentur ) directe ut  $TS$  ad  $TA$ , & inverse ut quadratum temporis periodici Telluris circa Solem ad tempus Lunæ circa Tellurem: est idcirco augmentum quæsitum ad gravitatem Lunæ in Tellurem, in ratione composita ex hisce rationibus: id est, in ratione memorata inversa quadratorum temporum periodicorum Telluris & Lunæ, ceteris rationibus sese mutuo destruentibus. Tempora hæc dantur, & sunt inverse horum quadrata ut 1. ad 178, 73.

§. 310. Sit nunc Luna in  $i$ , in quo situ Sol Lunam & Tellurem per eandem lineam ad se trahit, sed non æqualiter; Lunam majori cum vi, quia minus ab illo distat: differentia harum Virium est vis, qua Luna a Tellure retrahitur, & qua gravitas Lunæ in Tellurem minuitur.

§. 311. Vires, quibus Luna in  $i$ , & Tellus in  $T$ , Solem versus tendunt, sunt inter se ut quadrata linearum  $ST$ , &  $Si$ , & differentia virium, id est vis turbans, est ad vim, qua Tellus Solem versus descendit, ut differentia horum quadratorum ad quadratum lineæ  $iS$ , id est, quam proxime, ut dupla  $iT$  ad  $iS$  aut  $TS$ ; nam hæc Lineæ parum admodum inter se differunt; & differentia quadratorum, quorum radices parum inter se differunt, est, servata proportionem, dupla illius, quæ inter radices datur.

§. 312. Si ergo  $TS$ , ut antea, repræsentet vim, qua Tellus Solem versus descendit.  $ii$  repræsentabit vim turbantem & gravitatem minuentem, dum in Quadraturis vis turbans per  $AT$  repræsentatur.

§. 313. Detur Luna in  $i$ ; iterum cum Tellure, per eandem lineam a Sole attrahitur; sed quia Tellus minus distat, celerius hæc Solem versus movetur; ita ut detur vis, quæ Tellurem a Luna separat, differentia nempe virium Lunam & Tellurem trahentium; quæ vis cum gravitate Lunæ in Tellurem contrarie agit, & hanc minuit; eodem modo, ut ex majori gravitate Lunæ in Solem, posita illa in  $i$ , demonstratum fuit. In  $i$  etiam vis separans a vi separante in  $i$  vix differt; hæc enim, ut vidimus, proportionalis est differentiæ quadratorum linearum  $TS$  &  $iS$ , & illa, ut simili demonstratione evincitur, differentiæ quadratorum linearum  $iS$  &  $TS$ ; quæ differe-

differentiæ, propter exiguam  $il$  respectu  $TS$ , vix inter se differunt, ita ut vis, quæ minuit gravitatem Lunæ in  $l$ , etiam repræsentetur per  $il$ .

§. 314. Major tamen paululum est vis perturbans in conjunctione in  $i$ , quam in oppositione in  $l$ ; nam, positis differentiis æqualibus inter radices, quadrata, servata proportionem, eo magis differunt quo minora sunt: & sic servata proportionem magis differunt vires in  $i$  &  $T$ , quam in  $T$  &  $l$ , quæ etiam minores sunt.

§. 315. Concludimus ex his, vim, quæ in Syzygiis gravitatem Lunæ minuit, duplam esse illius, quæ banc auget in Quadraturis; nempe ut  $il$  ad  $AT$ . Quare in Syzygiis Lunæ gravitas ex actione Solis minuitur parte, quæ est ad totam gravitatem, ut 1 ad 89, <sup>36</sup>; nam in Quadraturis augmentum gravitatis est ad ipsam, ut 1 ad 178, <sup>71</sup>.

§. 316. In Syzygiis vis perturbans sequitur eandem proportionem cum semisse hujus, id est, cum vi perturbante in Quadraturis; est ergo directe ut distantia Lunæ a Tellure, & inverse ut cubus distantie Telluris a Sole.

§. 317. In Syzygiis gravitas Lunæ in Tellurem, in recessu illius ab hujus centro, magis minuitur, quam juxta rationem inversam quadrati distantie ab hoc centro; in hac enim ratione minueretur, si vis ablatitia perturbans illam inversam sequeretur rationem; cum autem hæc contra crescat, quando distantia augetur, semper diminutio major est, quam juxta rationem inversam quadrati distantie.

§. 318. Tandem sit Luna in  $F$ , loco quocumque intermedio inter Quadraturam & Syzygiam, Solem versus trahitur per  $FS$ ; a quo cum minus distet, quam Tellus  $T$ , majori cum vi quam Tellus trahitur. Sit vis, qua Luna ad Solem tendit, ad vim, qua Tellus ad eundem fertur, ut  $FM$  ad  $TS$ , quæ etiam in præcedentibus eandem Telluris gravitatem designat. Formetur parallelogrammum  $FHMI$ , cujus diagonalis sit  $FM$ , & cujus latus  $FH$  sit parallelum, & æquale lineæ  $TS$ . Gravitas Lunæ Solem versus resolvitur in duas vires, unam per  $FH$ , alteram per  $FI$ ; & hæc lineæ designant pressiones, quibus Luna per ipsas moveri conatur. Actio per  $FH$  communis est Lunæ & Telluri, quæ æquali vi per lineam huic parallelam etiam ad Solem tendit; ita ut hoc motu, Lunæ  
hujus

hujus situs respectu Telluris non mutetur, & vis perturbans sit sola pressio per F I.

Propter immensam Solis distantiam, pars MS lineæ MF exigua est respectu totius; & angulus F S T, ubi maximus est, ut A S T, vix sextam unius gradus partem superat: unde sequitur lineas MI & SN admodum esse vicinas, punctaque I & N vix distare, & sine errore sensibili posse confundi; qui tamen error quantumvis sit contemnendus, in consideratione integræ revolutionis compensatur errore contrario, posita Luna in E. Vis ergo perturbans designatur per FN.

§. 319. Notandum, quando lineæ ES sola pars EF consideratur hanc pro parallela haberi lineæ *il*, propter exiguum angulum, quem hæ lineæ efficiunt. Ex puncto N ducatur perpendicularum NQ ad lineam FT continuatam si necesse fuerit, per quam Luna in Tellurem gravitat; & construatur Parallelogrammum FPNQ rectangulum; concipiamus vim per FN resolutam in duas per FQ & FP agentes, & hisce lineis repræsentatas: actione per FQ gravitas minuitur in casu hujus Figuræ; augetur, quando punctum Q inter F & T cadit: pressione autem FP Luna in Orbita trahitur Syzygiam vicinam *i* versus, & acceleratur aut retardatur Lunæ motus, prout vis hæc cum motu Lunæ conspirat, aut contrarie agit.

In vicinis Syzygiæ minuitur Lunæ gravitas & linea FQ, quæ diminutionis hujus proportionem sequitur, minuitur recedendo a Syzygia, donec evanescat ad distantiam ab hac 54 Gr. 44'; ad majorem Lunæ a Syzygia distantiam Q inter F & T cadit, & ex Solis actione gravitas Lunæ in Tellurem augetur.

Vis per FP in Syzygia *i* nulla est; recedendo ab hac augetur ad octantem usque, punctum medium inter Syzygiam & Quadraturam; minuitur iterum, donec in B etiam nulla sit.

§. 320. Inter B & *i*, aut *i* & A, motus perturbantes eodem modo determinantur, ac in parte opposita inferiori A *i* B Orbitæ; in E & F æqualis est gravitatis diminutio, & in illo situ æquali vi in orbita Syzygiam *i* versus trahitur, qua in F Syzygiam *i* versus pellitur.

§. 321. Ex hisce sequitur in motu Lunæ a Syzygia ad Quadraturam, inter *i* & B, ut & *i* & A, gravitatem Lunæ in Tellurem continuo augeri & Lunam in motu conti-

continuo retardari. In motu autem a Quadratura ad Syzygiam inter B & l, ut A & i, minuitur omnibus momentis Lunæ gravitas, & hujus motus in orbita acceleratur. Determinantur vires, a quibus effectus hi pendent, conferendo has cum vi nota, qua gravitas in Quadraturis augetur, & quæ per Lunæ distantiam a centro Telluris representatur.

§. 322. Lineæ MI, HF, ST ex constructione sunt æquales; ideo cum Puncta I & N confundantur, MN valet ST, & MS æqualis est NT. Lineæ MF & ST representant vires, quibus Luna in F & Tellus in T Solem S versus feruntur; sunt ergo ut quadratum lineæ TS ad quadratum lineæ FS; quare cum FG sit differentia harum linearum, differunt inter se FM & TS dupla GF, & addendo GF lineæ FM differentia inter GM & TS, id est MS, erit tripla lineæ FG; quantum ergo etiam valet NT: FE autem est dupla FG; ideo NT ad FE ut tria ad duo.

Continuetur FT, si necesse fuerit, & ad hanc, ex E, ducatur perpendicularis EV, Triangula EVF, & NQT rectangula erunt similia, propter angulos alternos VFE & QTN: idcirco NT ad FE, id est, tria ad duo, ut NQ, æqualis FP, ad EV; quæ ergo proportionalis est duabus tertiis partibus vis, quæ exprimitur per FP; sed EV est sinus anguli ETV ad centrum, dupli anguli EFV ad circumferentiam, æqualis angulo FTL, distantia Lunæ a Syzygia. Idcirco, ut Radius TA, aut TE, ad sesquialtimum duplæ distantia Lunæ a Syzygia, nempe ad FP, ita augmentum gravitatis in Quadraturis, quod radio TA designatur, ad vim quæ motum Lunæ in orbita accelerat aut retardat.

Computatio diminutionis gravitatis, & in minori distantia a quadraturis, hujus augmenti, ex iisdem principiis deducitur.

§. 323. Representatur hæc diminutio linea FQ, quæ valet QT demto radio; sed ex consideratione triangulorum memoratorum, sesqui VF valet QT: ideo sesqui VT, addito dimidio radio, designat diminutionem gravitatis quæsitam; & radius est ad summam aut differentiam sesqui-cosinus duplæ distantia Lunæ a Syzygia & dimidii radii, ut augmentum gravitatis in Quadraturis ad diminutionem, aut augmentum gravitatis in situ Lunæ, de quo computatio initur.

§. 324. Differentia inter co sinum & dimidium radium utimur, quando angulus, cujus est co. sinus, angulum rectum superat; quia in hoc casu utimur co. sinu completi anguli ad duos angulos rectos; quando in hoc eodem casu sequi co sinus, quo utimur, semi-radium superat, quantitas detecta est addititia, id est, gravitatem augeat, quod ubique inter Quadraturam & 35 Gr. 16. ab hac obtinet.

§. 325. Vires hæ, quæcunque fuerit orbitæ Lunaræ figura, exacte determinantur, nam conferuntur cum augmento gravitatis in quadraturis, posita Luna in Quadratura ad eandem distantiam a Tellure, ad quam revera datur in loco, de quo agitur; augmentum vero hoc in omni casu detegitur.

Licet extra scopum hujus operis sit computum motus Lunæ tradere, necesse duxi breviter exponere, qua methodo vires, quibus Luna regitur, detegantur; quia eo facilius effectum generalem virium concipimus, quo exactius ipsas novimus.

§. 326. Ut nunc motum Lunæ examinemus, singulatum hujus varæ irregularitates perpendendæ sunt; quod ut sine confusione fiat, plerasque in initio hujus examinis removemus irregularitates, & concipimus Lunam in circulo motam circa Tellurem, in qua curva retineri posse ex gravitate constat. Concipimus quoque, orbitam Lunæ in plano Eclipticæ dari.

§. 327. Ex actione Solis turbatur hic motus, & orbita magis convexa est in Quadraturis, quam in Syzygiis. Nam curvæ a corpore vi centrali descriptæ convexitas eo major est, quo vis centralis majori cum vi corpus omnibus momentis ex via detorquet; etiam eo major est, quo corpus lentius movetur, quia vis centralis diutius agens majorem edit effectum in inflectenda corporis via. Ex causis contrariis minuitur convexitas curvæ. Ambæ concurrunt in augenda orbitæ convexitate in quadraturis, & hac minuenda in Syzygiis.

§. 328. Ex his sequitur circularem orbitæ lunaris figuram in ovalem mutari, cujus major axis per Quadraturas transit; ut partes magis convexæ in Quadraturis dentur. Quare Luna minus a Tellure in Syzygiis, magis in Quadraturis distat; & non mirum Lunam ad Tellurem in Syzygiis accedere, licet gravitas hujus minuatur; quia accessus

cessus non est effectus immediatus hujus diminutionis, sed inflexionis orbitæ Quadraturæ versus.

Motus Lunæ, sublata Solis actione, non est in circulo, sed Ellipsi, cujus focorum alter cum Telluris centro coincidit; nam orbita Lunæ est excentrica, & vi gravitatis in hac retinetur.

§. 329. Demonstrata ergo non exacte ad motum Lunæ applicari possunt; cum autem vires, quæ deviationes explicatas generant, in Lunam revera agant, Ellipsis, quam Luna sublato Sole describeret, mutatur, & ceteris paribus, Propositiones superius indicatæ ad Lunæ motum applicari possunt. Id est, Ellipseos (quam Luna sublato Sole describeret, in quocunque situ respectu Solis detur,) figura, posito Sole, mutatur paululum, partes, quæ in Quadraturis dantur, convexiores fiunt; contra, quæ per Syzygias transeunt, ex convexitate amittunt; unde etiam variationes in distantis necessario sequuntur.

§. 330. In Quadraturis & Syzygiis vis perturbans cum vi gravitatis Tellurem versus, in eadem linea agit; ideoque vis, quæ continuo in Lunam agit, & hanc in orbita retinet, ad centrum Telluris dirigitur, & Luna describit areas, lineis ad hoc centrum ductis, temporibus proportionales.

§. 331. In aliis orbitæ punctis, ut F, præter vim, quæ in linea FT agit, datur & alia, cujus directio ad FT est perpendicularis, quæ hic per FP repræsentatur: directio vis ex ambabus composita dirigitur paululum ad latus lineæ FT, & non tendit ad Telluris centrum; quare areas, lineis ad centrum Telluris ductis, non sunt exacte temporibus proportionales. In Ostantibus FP est omnium maxima, & vis, quæ per hanc lineam repræsentatur, est ad gravitatem Lunæ Tellurem versus, in hoc puncto, in mediis Lunæ & Solis distantis, ut 1 ad 119, 15; quare directio vis compositæ ex actionibus Solis & Telluris in Lunam, cum linea FT efficit angulum circiter semi-gradus.

§. 332. Variis irregularitatibus aliis subijcitur motus Lunæ, ita ut curvam omnino irregularem describat; quam ut computationibus, quantum fieri potest exactissimis, subijciant, ad Ellipsin reducant Astronomi, quam variis motibus agitaram, etiam mutabilem concipiunt, ne Luna hanc deserat.

§. 333. Circa vires centrales constat corpus non descri-

bere Ellipsin, si vis centralis, qua in orbita retinetur, in alia ratione decrescat, quam in ratione inversa quadrati distantiae; curvam tamen sæpe posse reduci ad Ellipsin mobilem: quæ circa focum rotatur, & cujus motus aliquando eandem partem versus cum motu corporis, aliquando in contrariam partem fertur.

Ex hisce sequitur Lunæ orbitam ad Ellipticam referri non posse, nisi quatuor motibus singulis revolutionibus hanc agitatum concipiamus; id est, nisi linea Apsidum, (id est majoraxis Ellipseos) quæ per centrum Telluris transit, bis progrediatur, & bis regrediatur.

§. 334. Progrediuntur Apsides Luna in Syzygiis versante, aut potius in motu Lunæ inter puncta a Syzygiis 54 Gr. 44. distantia. In Quadraturis, & inter puncta ab his distantia 35 Gr. 16. Apsides regrediuntur, id est, in antecedentia moventur.

§. 335. Vires, a quibus progressus & regressus Apsidum pendent, sunt vires motum Lunæ turbantes, antea explicatæ; ideo cum vis turbans in Syzygiis sit dupla vis turbantis in Quadraturis, progressus, qui etiam per majorem arcum locum habet, integra considerata Lunæ revolutione, regressum superat, ceteris paribus.

In circulo, cujus centrum in centro virium datur, diminutio vis in recessu a centro nullum edit effectum, quia non a centro recedit corpus; idcirco effectus diminutionis hujus est eo major, quo a tali circulo magis differt curva, quam corpus describit.

§. 336. In orbita elliptica, cujus focorum alter cum virium centro coincidit, curvatura in Apsidibus omnium maxime a tali circulo differt, & effectus diminutionis vis in recessu a virium centro, est omnium maximus. Si orbita hæc parum fuerit excentrica, in extremitatibus axeos minoris parum admodum curvatura circuli memorati differt a curvatura Ellipsis respectu foci, & diminutionis effectus est omnium minimus.

§. 337. Progressus, & regressus Apsidum pendet a proportionem, juxta quam decrescit vis gravitatis recedendo a Telluris centro; est ideo effectus diminutionis vis centralis.

§. 338. Varias subit mutationes explicatus Apsidum motus (Tab. 3. Fig. 15.): omnium celerrime progrediuntur Apsides in Lunæ revolutione, posita Apsidum linea in Syzygiis; & in hoc ipso casu omnium lentissime in eadem revolu-



volutione remeant; quia propter exiguam Lunæ excentricitatem parum ab extremitatibus axeos minoris orbitæ distant Quadraturæ.

§. 339. Posita linea Apsidum in Quadraturis, omnium minime in Syzygiis in consequentia feruntur Apsides (*Tab. 3. Fig. 16.*); celerrime autem redeunt in Quadraturis; & in hoc casu in integra Lunæ revolutione regressus progressum superat.

§. 340. Dum Tellus in orbita transfertur, linea Apsidum successive omnes acquirit situs respectu Solis; quare, plurimis revolutionibus Lunæ simul consideratis, progrediuntur Apsides, & ex observationibus constat in spatio circiter octo annorum lineam Apsidum integram peragere revolutionem.

§. 341. Orbitæ Excentricitatem etiam inconstantem esse diximus. Augetur corporis Excentricitas, si vis centralis continua diminutione celerius quam ante decrescat; tunc enim dum corpus ab Apside ima ad Apsidem summam transfertur, omnibus momentis minus trahitur, quam si vis minus decresceret, quare magis recedit; augetur etiam eadem orbitæ Excentricitas in eodem casu in motu ab Apside summa ad imam; quia in hoc casu accessu ad centrum celerius crescit vis; ita ut in utroque casu differentia inter maximam & minimam distantiam a centro virium major fiat, ideoque Excentricitas augeatur. Simili ratiocinio patet Excentricitatem minui, quando vis centralis lentius decrescit, quam ante, in recessu a centro.

§. 342. Hisce ad motum Lunæ applicatis, patet orbitæ Excentricitatem singulis revolutionibus varias subire mutationes, augeri dum Luna per Syzygias transit, minui dum in Quadraturis versatur. Est vero Excentricitas omnium maxima, posita linea Apsidum in Syzygiis; quia in integra revolutione causa, quæ auget Excentricitatem, est omnium maxima, & quæ hanc minuit, omnium minima; in Apsidibus collatis celerius decrescit vis centralis quam pro ratione inversa quadrati distantiae, unde augmentum hoc sequitur, quod in hoc situ prævalet. Orbita vero omnium minime est excentrica, versante linea Apsidum in Quadraturis, prævalente diminutione Excentricitatis.

§. 343. Lunam diximus moveri in plano ad Eclipticæ plan-

planum inclinato; lineam Nodorum rotari in antecedentia, & inconstantem esse orbitæ inclinationem; effectus hi ex actione Solis in Lunam etiam deducuntur.

§. 344. Propter exiguam orbitæ lunariis inclinationem, vires, quas huc usque in plano Eclipticæ agentes, non attendendo ad orbitæ inclinationem, consideravimus, sine sensibili errore ad orbitæ planum referuntur, & Luna in hoc motibus ante explicatis subijcitur. Sed datur vis, quæ Lunam ex plano orbitæ removeret; ita ut hoc planum agitata concipere debeamus, ne Luna orbitam deferat.

§. 345. Sit Luna in F. (Tab. 3. Fig. 14.); attendendo ad illa, quæ de actione Solis superius dicta sunt, liquet planum parallelogrammi FHMI per lineam T Stransire, quæ centra Solis & Telluris jungit; & quæ ideo in plano Eclipticæ datur; ita ut punctum N, ad quod dirigitur vis FN turbans ex actione Solis, in hoc plano detur.

§. 346. Repræsentetur hæc eadem vis per FI; (Tab. 3. Fig. 17.) in F ad orbitæ planum detur perpendicularis FR, & concipiatur parallelogrammum FRIi, cujus latus FI in plano orbitæ detur, & cujus diagonalis sit FI; vis turbans per FI resolvitur in duas, per FR & Fi, quas hæc lineæ repræsentant, & quarum hæc in plano orbitæ agit; ita ut ad hanc debeamus referre, quæ spectant vim turbantem, de qua supra egimus; lineæ enim Fi & FI vis differunt, & planum parallelogrammi FRIi ad planum orbitæ lunaris est perpendiculare.

§. 347. Determinanda est linea FR, quæ repræsentat vim, quæ ad planum orbitæ perpendiculariter agit, & Lunam ex hoc plano removeret; ratio autem lineæ FR, aut Ii, ad radium ET, est ratio vis turbantis, de qua hic agitur, ad augmentum gravitatis in Quadraturis.

§. 348. In casu hujus Figuræ, in qua linea Nodorum Nn in Quadraturis versatur, detegitur FR, quia IT (quæ est NT Fig. 14.) datur, & quia IT ad Ii, aut FR, ut radius ad sinum inclinationis orbitæ.

§. 349. Sed in omni casu determinanda est vis, quæ Lunam ex plano pellit; ponamus ideo lineam Nodorum translatam ad situm Mm, quo ceteris manentibus, movetur Ii. Ad mM continuatam, si necesse fuerit, dentur perpendiculares iX & IX, quæ angulum efficiunt æqualem inclinationi plani orbitæ.

§. 350. Ratio inter ET & Ii, id est, ratio inter augmentum gravitatis in Quadraturis & vim, quam quærimus, quæ Lunam ex plano orbitæ removet, est composita ex rationibus linearum ET ad TI, linearum TI ad IX, & tandem linearum IX ad Ii. Prima est ratio inter radium & sinum distantie Lunæ a Quadratura triplicatum; secunda est ratio radii ad sinum anguli I T X, id est, distantie nodi a Syzygia; tertia tandem est ratio radii ad sinum inclinationis orbitæ: & ratio ex his composita est ratio cubi radii ad ter productum sinum distantiarum Lunæ a Quadratura, & nodi a Syzygia, ut & inclinationis plani.

§. 351. Vis hæc in quadraturis nulla est, quia punctum I cum puncto T centro Telluris coincidit, & evanescit linea Ii, lineis FI & Fi concurrentibus in plano orbitæ; quod etiam ex computatione memorata sequitur; evanescente sinu distantie Lunæ a Quadratura, ideoque toto producto, quod per sinum hunc multiplicatur.

§. 352. Evanescit idem hoc productum, & cum hoc vis, quam representat, evanescente sinu distantie Nodi a Syzygia, id est, posita linea Nodorum in Syzygiis; etiam hoc ex eo deducitur, quod linea Nodorum Nn continuata per Solem transit; quare Sol in ipso plano orbitæ datur; ideoque Lunam, nisi in hoc plano trahere non potest.

§. 353. Vis etiam, quam examinamus, augetur in accessu Lunæ ad Syzygiam, & in recessu Nodi ab hac.

§. 354. Sit Pp (Tab. 3. Fig. 19.) planum Eclipticæ; PA orbita Lunæ; ubi Luna ad A pervenit, id est, paulum a Nodo recessit, ex plano orbitæ removetur, & in secundo momento non per AB, continuationem orbitæ PA, sed per Ab fertur; quia per Bb ad planum Eclipticæ accedit; itaque movetur, quasi ex Nodo magis distante p procederet. Unde patet Nodos regredi, dum Luna in orbita movetur, quamdiu a Nodo recedit: etiam remeant Nodi in accessu Lunæ ad Nodum oppositum; quia cum Luna continuo ex orbita planum Eclipticæ versus pellatur, continuo ad punctum minus distans dirigitur, & citius ad Nodum pervenit, quam si tali motu non agitata, eadem celeritate in motu continuasset.

§. 355. Integram considerando Lunæ revolutionem, ceteris paribus, celerissime in antecedentia moventur Nodi, ver-

sante Luna in Syzygiis, deinde lentius atque lentius, donec quiescant, versante Luna in Quadraturis.

§. 356. Dum Tellus circa Solem rotatur, etiam non attendendo ad motum memoratum Nodorum, linea Nodorum successive omnes situs possibiles acquirit, respectu Solis: & singulis annis, bis per Syzygias, bis per Quadraturas transit.

§. 357. Si nunc plurimas consideremus Lunæ revolutiones, Nodi in integra revolutione celerrime remeant, versantibus Nodis in Quadraturis; dein lentius, donec quiescant, posita linea Nodorum in Syzygiis.

§. 358. Hac eadem vi, qua Nodi moventur, mutatur etiam orbitæ inclinatio; augetur in recessu Lunæ a Nodo; minuitur in accessu ad Nodum.

§. 359. Angulus enim  $b p L$  minor est angulo  $A P L$ , & eadem de causa continuo minuitur, & inclinatio major fit; ubi autem Luna ad maximam distantiam a plano Eclipticæ pervenit, & ad Nodum oppositum accedit, continuo directio motus Lunæ planum Eclipticæ versus inflectitur, & minus ad hoc inclinatur, quam si in orbita motum continuaret: sit  $N n m$  planum Eclipticæ, curva  $N m$  orbita Lunæ; vi, qua Luna continuo ex hac removetur, mutatur Lunæ via, & percurrit curvam  $N n$ , quæ magis ad  $N n m$  in  $N$  inclinatur, quam in  $n$ ; ita ut plani orbitæ inclinationem bis mutatam concipere debeamus, dum a Nodo ad Nodum movetur Luna: ideoque quater in singulis Lunæ revolutionibus, bis minuitur, bis iterum augetur.

§. 360. Positis Nodis  $N$ , (Tab. 3. Fig. 17.),  $n$  in Quadraturis, vires, quæ in unica revolutione augent inclinationem, & hanc minuunt, sunt æquales inter se; nam propter æqualem distantiam utriusque Nodi a Syzygiis, vires inclinationem mutantes in  $N D$  &  $n E$  sunt æquales viribus in punctis respondentibus in  $D n$  &  $E N$ ; illis inclinatio augetur, his minuitur: diminutio anguli inclinationis ex primis secundarum actione instauratur, & hic non mutatur. In motu memorato lineæ Nodorum respectu Solis, qui a situ parallelo lineæ hujus pendet, Nodus  $N$  ad Syzygiam  $E$  fertur. Ubi ex. gr. linea Nodorum pervenit ad situm  $M m$ , Luna in recessu a Nodis transit per Quadraturas  $N, n$ , in quibus vis, quæ inclinationem mutat, nulla est, & in quorum vicinia omnium est minima: in accessu

accessu autem ad Nodos ubique Luna a Quadraturis distat, & vis major in hanc agit; ideoque integram considerando revolutionem, augmentum anguli inclinationis superat hujus diminutionem; id est, augetur ille angulus, aut quod idem est, minuitur inclinatio; quod ubique obtinet in motu Nodorum a Quadraturis ad Syzygias.

§. 361. Ubi ad Syzygias pervenire Nodi, inclinatio plani orbitæ est omnium minima; nam in motu Nodorum a Syzygiis ad Quadraturas magis ac magis continuo inclinatur orbitæ planum; in hoc enim casu in accessu ad Nodum per Quadraturas transit Luna, in recessu ab his distat a Quadraturis, & in integra Lunæ revolutione vis, quæ inclinationem auget, superat illam, quæ hanc minuit; idcirco augetur inclinatio; & est omnium maxima versantibus Nodis in Quadraturis, ubi terminatur diminutio anguli a plano orbitæ cum plano Eclipticæ effecti.

§. 362. Omnes, quos explicavimus, errores in motu Lunæ paululum majores sunt in conjunctione, quam in oppositione.

§. 363. Determinantur Vires omnes perturbantes, detegendo harum rationem ad augmentum gravitatis in Quadraturis; quare omnes easdem mutationes subeunt cum hoc augmento, id est, sunt inverse, ut cubus distantiae Solis a Tellure; qua manente, sunt ut distantia Lunæ a Tellure. Omnes vires perturbantes simul considerando, prævalet gravitatis diminutio; quod ex progressu Apſidum immediate sequitur; nam ex hoc patet, plurimis simul consideratis revolutionibus, effectum diminutionis gravitatis superare effectum augmenti.

§. 364. Ergo motu Lunæ generaliter considerato, minuitur gravitas Lunæ in Tellurem accessu Solis; ideoque cum minus a Tellure trahatur, ab hac magis recedit; quam recederet, si talis gravitatis diminutio non daretur; augetur ergo in hoc casu Lunæ distantia, etiam tempus periodicum; & tempus hoc maximum est, ut & distantia Lunæ, ceteris paribus, maxima, versante Tellure in Perihelio, quia omnium minima a Sole distat.

§. 365. **S**I ad Planetarum Figuras attendamus, talibus illos præditos detegimus, quæ ex ipsis, quibus Systema regitur, legibus sequuntur; ordini mirabili, quem ubique observamus, admodum congruum est nullas in Planetas agere vires ad hos destruendos; id est, illam esse Planetæ, sive Primarii, sive Secundarii figuram, quam acquireret, si totus ex materia fluida constaret; quod cum phænomenis congruit.

§. 366. Unde sequitur Planetas omnes Primarios, & Secundarios esse sphæricos; constant enim ex materia, cujus particulae in se mutuo graves sunt; ex qua mutua attractione figura sphærica generatur, eodem modo ac gutta sit sphærica ex alia partium attractione.

§. 367. Figura hæc sphærica Planetarum ex motu circa Solem, aut Secundariorum circa Primarios, non mutatur: quia singulae particulae eodem motu feruntur: motu autem circa axem mutationem figura subit eo majorem, quo motus hic celerior est. Vi enim centrifuga corpora leviora fiunt sub Æquatore; quare altior ubique est Planeta sub Æquatore, quam sub Polis, & acquirit ex motu circa axem figuram Sphæroidis depressi in Polis; altitudo enim continuo minuitur, accedendo ad Polum, quia vis centrifuga minuitur propter imminutam distantiam ab axe.

§. 368. Si demonstrata cum phænomenis conferantur, patebit quare omnia corpora sint sphærica in Systemate nostro; hanc tamen figuram non esse accuratam, & motibus circa axes paululum mutari, licet in plerisque hoc non percipiatur, ex observationibus Jovis & Telluris potest erit deduci. Jovis axem breviorē esse diametro Æquatoris observarunt Astronomi; hic licet omnium Planetarum sit maximus, omnium celerrime circa axem rotatur, ideoque differentia hæc observari potest.

§. 369. Quantum sub Æquatore attollatur Tellus, nobis determinatur, quamvis hoc forte aliorum Planetarum incolis, si dentur, non magis sit sensibile, quam nobis de pressu Polorum Martis, quam non percipimus.

§. 370. Ponamus Tellurem fluidam, memoratam sphaeroidream acquireret figuram; si constet ex materia heterogenea, & partes magis densæ sint, recedendo a centro, ad easdem vero distantias ab hoc ubique æque densæ, æquilibrium non dari demonstratur, nisi magis deprimatur sub Polo Tellus, quam si homogenea esset. Si nunc concipiamus partes centrum versus coherere, non eo situs aliarum mutari potest, neque mutabitur, si in quibusdam locis partes ad superficiem usque cohereant inter se, ut hoc revera locum habet. Ergo Maris superficies acquisivit figuram ad Polos depressam. Cum vero, parum tantum ubique littorâ supra Maris superficiem attollantur, continentem Terram eandem sequi figuram cum ipso Mate extra dubium est.

§. 371. Quæ autem ipsam figuram spectant, tantum ex immediatis mensuris, & observationibus, determinari possunt, ex quibus sequentia deducta sunt.

Sit  $e P E$  (Tab. 3. Fig. 22.) dimidium sectionis Telluris per Meridianum;  $C$  centrum;  $P$  polus;  $E e$  diameter Æquatoris.

Diameter hæc Æquatoris continet Perticas Rhœnolandicas 3399474.

Axis Telluris = 3380406.

Ergo Diameter media = 3389940.

Æquator attollitur Perticis 9534.

Inter Axem & Diametrum Æquatoris ratio datur, quæ inter 177, 3. & 178, 3.

§. 372. Superficies Maris necessario ita sese constituit, ut perpendicularis sit ad directionem gravium; & tangens  $I F$ , quæ in puncto  $I$  cum ipsa hac superficie congruit, planum Horizontis determinat. Perpendicularem autem ad Tangentem, quæ directionem gravium exhibet, ut  $I B$ , non ubique ad centrum Telluris tendere posse clarum est. Hæc ramen linea altitudinem Poli determinat; est enim altitudo hæc æqualis angulo, quem  $I F$  efficit cum  $P C$ , aut  $I D$ , quam axi parallelam ponimus, id est, perpendicularem ad  $e E$ ; angulus hic est  $D I F$ , cui æqualis  $I B D$ .

§. 373. Si ducta ad superficiem in  $i$  perpendiculari  $i b$ , angulus  $i b D$  superet angulum  $I B D$  uno gradu, puncta  $I$  &  $i$  uno gradu quoque Latitudine differunt, & arcus  $I i$  est unius gradus in Meridiano. Si concipiamus iterum arcum  $P I E$  ita divisum in nonaginta gradus.

A a 3

non

non erunt hi æquales inter se; nam omnis figura ovalis maxime convexa est in extremitatibus axeos majoris, omnium minime in extremitatibus Axeos minoris; unde sequitur concursum linearum  $IB$ , *ib*, id est, punctum  $A$ , magis a superficie removeri, quo magis  $I$  ad Polum accedit; est enim  $A$  centrum circuli, qui cum arcu  $I$  coincidit, & eo major est radius circuli, quo superficies est minus curva; crescente vero  $IA$ , augetur arcus  $I$ ; augentur ergo gradus accedendo ad Polum, & gradus ad Polum est omnium maximus, & ad  $\text{Æq}$  uatem omnium minimus.

§. 374. Gradus maximus continet Pert. Rhen. 29833, 4. & minimus est Perticarum 29334, 15. Ergo gradus medius est 29583, 77. pert. Hic vix differt ab eo, cujus puncti medii Latitudo est 45 gr. Inter gradum maximum & minimum datur ratio, quæ habetur inter 59, 75. & 58, 75.; proxime ut 60 ad 59.

§. 375. Gravitas quoque in diversis Latitudinibus differt, minima est sub Æquatore, & maxima sub Polo, gravitatesque hæc sunt inter se ut 201, 5. ad 202, 5.

§. 376. Longitudo Penduli, quod vibrationes singulas in uno minuto secundo peragit Parisiis, exactissime fuit mensurata a Viro Celebri D<sup>no</sup>. de Mairan, est linearum pedis regii gallici 440, 57. Altitudo Poli est 48 gr. 50'. Cum Pendulo in Laponiam translato ad Latitudinem 66 Gr. 48' observationes fuere institutæ, quibus constitit hoc peregrisse vibrationes 86217, 5. eo tempore, quo Parisiis tantum peregit 86158, 4.; unde patuit gravitates in hisce locis esse inter se ut 729, 6 ad 728, 6. Ex hac determinatione gravitates ubique Terrarum conferri possunt; & deprehenduntur inter se ut longitudines Pendulorum æqualibus temporibus vibrationes peragentium.

§. 377. Longitudo Penduli, quod singulis minutis secundis vibrationem peragit, est sub Æquatore 455, 14. lin. pedis Rhen.; Parisiis 456, 42. Lin. ejusdem pedis; ad Latitudinem 66 gr. 48' in vico Laponiæ Pello 457, 08. lin. eorundem; & tandem sub Polo lin. 457, 40.

§. 378. Si corpora libere cadant, spatium in 1<sup>a</sup> percussu detegitur in quatuor indicatis locis, si utamur mensura Rhenol., pedum 15, 597; 15, 641; 15, 663; 15, 674. Gravitate media, quæ æqualiter cum maxima & minima differt, corpus cadendo percurrit in 1<sup>a</sup> Pedes 15, 636.



*Motus Axeos Telluris Explicatio Physica.*

§. 379. **L** Unæ Nodos regredi, id est, in antecedentia moveri, & orbitæ inclinationem mutationibus esse obnoxiam, demonstravimus. Concipiamus varias dari Lunas, ad eandem distantiam, æqualibus temporibus circa tellurem revolutas, in plano ad planum Eclipticæ inclinato; singulas iisdem motibus agitari clarum est: concipiamus numerum Lunarum augeri, ita ut sese mutuo tangant, & annulum, cujus partes coherent, efficiant; dum annuli pars una trahitur, ut inclinationem augeat, pars altera motu contrario agitur, ad inclinationem minuendam; vis major in hoc casu prævalet, id est, in motu Lineæ Nodorum a Quadraturis ad Syzygias annuli inclinatio minuitur in singulis hujus revolutionibus; & est omnium minima, versante Linea Nodorum in Syzygiis. Contra, augetur inclinatio, dum linea Nodorum ex Syzygiis ad Quadraturas transfertur; & est omnium maxima, posita linea Nodorum in his. Linea Nodorum continuo in antecedentia transfertur, nisi in Syzygiis ubi quiescit. Si quantitas materiæ in annulo minuatur, non mutantur hujus motus; quia a gravitate pendent, quæ æqualiter in singulas materiæ particulas agit. Si annuli diameter minuatur, in ratione hujus diminutionis minuuntur motus, sed nullus evanescit, & iisdem motibus, sed minoribus, agitur annulus.

§. 380. Concipiamus nunc Tellurem sphericam; & in plano Æquatoris cum plano Eclipticæ efficiente angulum 23. gr. 29' annulum dari, in eodem tempore cum Tellure revolutum; minuatur hic ita, ut Tellurem tangat, & cum hac cohareat; hisce annuli motus memorati non tolluntur; nam cum Tellus nulla vi in determinato situ retineatur, cedit impressionibus annuli; cujus agitationes tamen minuuntur ex aucta materia movenda, dum vis motrix eadem manet. Casus hic revera existat, nam Telluris Figura est spherica, annulo in Æquatore circumdata; nam hujus diameter axem superat. Hujus annuli linea Nodorum est sectio plani Æquatoris & Eclipticæ. Unde sequentes deducimus conclusiones.

§. 381. In Æquinoctiis inclinatio Æquatoris est omnium

minima; ideoque axeos inclinatio omnium maxima; nam hic cum plano *Æquatoris* angulum rectum efficit. Postea augetur inclinatio *Æquatoris*, id est, minuitur axeos inclinatio, donec Sol in *Solstitiis* detur, ubi hac est omnium minima, illa omnium maxima. Idcirco bis in anno minuitur Telluris axeos inclinatio, bis instauratur. Et sectio plani *Æquatoris* cum plano *Eclipticæ*, quæ in *Æquinoctiis* quiescit, per reliquum tempus in antecedentia movetur.

§. 382. Ad planum *Orbitæ Lunar*is etiam inclinatur planum *Æquatoris*; nam exiguum angulum illud cum plano *Eclipticæ* efficit: ideo eodem modo in annulum agit Luna, quam Sol; & licet illa minor sit, quia Sole multo minus distat, in annulum majorem exferit actionem. Quare etiam ex actione Lunæ bis in singulis hujus revolutionibus mutatur, & bis instauratur axeos Telluris inclinatio ad Planum *orbitæ Lunar*; ideoque ad planum *Eclipticæ*, & in antecedentia fertur sectio plani *Æquatoris* cum plano *orbitæ*; ex quo motu translatio sectionis illius plani cum plano *Eclipticæ* necessario sequitur.

§. 383. Mutationes inclinationis axeos nimium sunt exiguæ, ut observentur: translatio autem lineæ *Æquinoctiorum*, & motus axeos, qui ex hac sequitur, cum semper eandem partem versus dirigantur, tandem sensibiles sunt; & ex his *Phænomena* antea explicata sequuntur.

## C A P U T XX.

### *De Æstu Maris.*

§. 384. CUM Maris Æstus ab actionibus ante memoratis Solis & Lunæ pendeat, non in hisce prætermitti debet. Ut autem Æstum hunc ex principiis traditis explicemus, in memoriam revocare debemus, Tellurem, ut & etiam omnia corpora in hujus superficie, in Lunam gravitare; ideo particulæ aquæ in hac superficie, quæ ad centrum Telluris, aut ad hujus viciniam tendunt, Lunam versus quoque feruntur. Cum etiam solida Telluris massa ad Lunam feratur, juxta leges, quæ locum haberent, si omnis Materia, ex qua constat, in centro coacta daretur; poterunt demonstrata in *Capite xvi.* de actione Solis in Lunam, Tellurem versus cadentem, dum cum hac Solem petit, applicari ad actionem Lunæ in particulas

las aqueas in Telluris superficie cum Telluris massa non coherentes, sed hujus centrum versus tendentes, & cum hujus massa etiam Lunam versus continuo cadentes; quæ vi, ut vidimus, Tellus retinetur in Orbita circa commune gravitatis centrum hujus & Lunæ.

§. 385. Sit *S* (Tab. 3. Fig. 14.) Luna; *A* & *B* Superficies Telluris, cujus massa ad Lunam tendit, quasi tota in *T* esset coacta; ex actione Lunæ particulæ *A* & *B* aqueæ versus *T* majorem acquirunt gravitatem; contra particulæ in *i*, *l*, ex gravitate amittunt. Unde deducimus, si tota Tellus aqua obtegatur, æquilibrium non dari, nisi magis attollatur aqua in punctis *i* & *l*, quam in toto circulo ab his punctis 90 Gr. distanti; & ideo per puncta *A* & *B* transeunt. Idcirco actione Lunæ, aqua adipiscitur figuram Sphæroidis, formatam ex revolutione Ovalis circa axem majorem, qui continuatus per Lunam transiret.

§. 386. Ponamus Lunam in Æquatore; omnes sectiones Telluris parallelæ ad Æquatorem, cum etiam Sphæroidis axi parallelæ sint, sunt ovals, quarum axes majores per Lunæ Meridianum transeunt; unde sequitur, Tellure quiescente, in circulo quocunque Latitudinis, aquam magis attolli in Meridiano, in quo linea datur, & in Meridiano opposito, quam in locis intermediis.

## DEFINITIO.

§. 387. *Dies lunaris est tempus lapsum inter recessum Lunæ a Meridiano & accessum sequentem ad eundem.* Dies hæc in viginti quatuor horas lunates dividitur. Superat diem naturalem 50 minutis.

§. 388. Ex motu Telluris circa axem, singulis diebus lunaribus loca singula per Meridianum Lunæ & Meridianum oppositum transeunt, id est, bis ibi transeunt, ubi aqua ex actione Lunæ attollitur, & bis ubi ex eadem actione deprimitur; & sic in die lunari Mare bis attollitur, bis deprimitur, in loco quocunque.

§. 389. Ex motu Telluris circa axem continuo aqua elata a Meridiano Lunæ recedit; actione tamen Lunæ Sphæroidis axis per Lunam transit; ideo agitur continuo aqua, ut accumulatio, quæ motu Telluris removetur, infra Lunam instauretur. Ideo ab *A* & *B* continuo *i* & *l* versus  
fluit

fluit aqua, dum illa, quæ ita sub Luna accumulatur, motu Telluris continuo ab *i* versus B, & ab *l* versus A fertur; id est, inter *i* & B, ut & inter *l* & A dantur duo motus contrarii, quibus aqua accumulatur; ita ut omnium maxime inter hæc puncta attollatur. Id est, in locis quibuscunque aqua maxime est elata duabus aut tribus horis postquam Luna per Meridianum loci, aut Meridianum oppositum transivit.

§. 390. Adscensus aquarum ad partem Lunæ paululum excedit oppositum. Minuitur adscensus hic accessu ad Polum, in quo nulla aquarum agitatio datur.

§. 391. Quæ de Luna demonstrata sunt, ad Solem applicari possunt; ideo ex actione Solis singulis diebus naturalibus bis attollitur Mare, bis deprimitur. Agitatio hæc multo minor est propter Solis immensam distantiam, quam quæ a Luna pendet: iisdem tamen legibus subjicitur.

§. 392. Non distinguuntur motus ab actione Lunæ & Solis pendentes, sed confunduntur, & ex hujus actione tantum mutatur Maris fluxus lunaris: quæ mutatio singulis diebus variat, propter inæqualitatem inter diem naturalem & diem lunarem.

§. 393. In Syzygiis ex amborum Luminarium actionibus concurrentibus attollitur aqua, & ideo magis attollitur. Minus adscendit Mare in Quadraturis; nam ubi aqua Lunæ actione attollitur, ibi deprimitur ex actione Solis, & vice versa. Idcirco dum a Syzygia ad Quadraturam transit, adscensus quotidiani de die in diem minuuntur: augentur contra in motu Lunæ a Quadratura ad Syzygiam. In Novilunio etiam, ceteris paribus, agitationes majores sunt, & quæ in eodem die sese mutuo sequuntur, magis differunt, quam in Plenilunio.

§. 394. Adscensus maximi & minimi non observantur, nisi secunda, aut tertia die post Novilunium, aut Plenilunium, quia Motus acquisitus non statim ex attritu, & aliis causis destruitur; quo motu acquisito adscensus aquarum augetur, licet minuatur actio, qua Mare attollitur simile quid circa calorem alibi demonstravimus.

§. 395. Si nunc Luminaria ex Æquatoris plano recedentia consideremus, videbimus agitationem minui, & minorem dari pro majori Luminarium declinatione. Quod clare patet, si hæc in Polis concipiamus; tunc enim axis figuræ Sphæroidis cum axe Telluris coincidit; & omne se.

sectiones ad *Æquatorem* parallelæ ad axem *Sphæroidis* sunt perpendiculares; ideoque circulares. Ita ut aqua in singulis circulis *Latitudinis*, ubique eandem habeat altitudinem, quæ motu *Telluris* non mutatur in locis peculiaribus. Si ex *Polo* recedant *Luminaria*, agitationem continuo magis ac magis augeri facile videmus, donec omnium sit maxima; revoluta *Sphæroide* circa lineam ad axem suum perpendicularem, posita *Sphæroidis* axe in plano *Æquatoris*.

§. 396. Hinc liquet, quare in *Syzygiis* prope *Æquinoctia*, *Æstus* omnium maximi observentur, ambobus *Luminaribus* in *Æquatore* aut prope hunc versantibus.

§. 397. *Actiones* *Lunæ* & *Solis* eo majores sunt, quominus hæc corpora a *Tellure* distant; cum autem minor *Solis* distantia detur, hoc versante in signis australibus, sæpeambo *Æstus* maximi *Æquinoctiales* in illo situ *Solis* observantur; id est, ante *Æquinoctium* *Vernum*, & post *Autumnale*; quod tamen non singulis annis obtinet; quia ex situ *Orbitæ* *Lunaris*, & distantia *Syzygiæ* ab *Æquinoctio* variatio dari potest.

§. 398. In *Locis* ab *Æquatore* distantibus, recessu *Luminarium* ab *Æquatore* inæquales fiunt ejusdem diei agitationes. Sit *PP* *Telluris* axis; *EE* (*Tab. 3. Fig. 14.*) *Æquator*, *LI* circulus *Latitudinis*; *A B* axis *Sphæroidis* figuræ, quam acquirit aqua. Quando locus datur in *L* aut *I*, datur in eodem *Meridiano* cum axe *Sphæroidis*, & a qua est maxime elata in utroque casu: in *L* tamen magis quam in *I*; nam *CL* superat *CI*, quæ lineæ altitudines aquarum, id est, distantias a centro, mensurant: æquales hæc forent, si *AL* & *BI*, distantia ab Axe *Sphæroidis* forent æquales, minor autem est *CI*, quia *BI* superat *AL*, quod ex inclinatione axeos *Sphæroidis* ad *Æquatorem* oritur.

§. 399. Quamdiu *Luna* ad eandem partem *Æquatoris* cum loco datur, id est, ad partem lineæ *CA* continuatæ, aqua maxime singulis diebus attollitur post transitum *Lunæ* per *Meridianum* loci; hoc enim contingit, ubi locus pervenit ad *L*; si autem *Æquator* separet *Lunam* & locum, de quo agitur, id est, si detur illa ad partem lineæ *CB* continuatæ, aqua iterum in *L* ad maximam pertingit altitudinem, & singulis diebus hoc obtinet post transitum *Lunæ* per *Meridianum*.

§. 400.

§. 400. Omnia, quæ huc usque fuere exposita, exactissime obtinerent, si tota Telluris superficies Mari obtegeretur; cum autem non ubique Mare detur, mutationes inde oriuntur, non quidem in Mari apertò, quia satis extenditur Oceanus; ut memoratis motibus subjiçiat. Sed situs littorum, freta, multaque alia a peculiari locorum situ pendencia generales regulas turbant. Generalioribus tamen observationibus constat Æstum leges explicatas sequi.

§. 401. Superest, ut ipsas vires, quibus Sol & Luna Mare agitant, determinemus: ut pateat has valere ad memoratos edendos effectus, & illorum corporum actiones in pendula & cetera corpora sensibiles non esse.

Augmentum gravitatis Lunæ in Quadraturis, ex actione Solis est ad ipsam Lunæ gravitatem in Tellurem, ut vidimus, quemadmodum 1 ad 178, 73: in qua computatione posuimus Lunæ distantiam mediam a centro Telluris esse 60. semid. Telluris: gravitas ergo Lunæ est ad gravitatem in Telluris superficie, ut 1 ad  $60 \times 60 = 3600$ . Et idcirco augmentum memoratum ad gravitatem in Telluris superficie, ut 1 ad 643428, in qua computatione error datur corrigendus.

§. 402. Exacta foret computatio hæc, si augmentum de quo agitur, esset ad vim, qua Tellus Solem versus descendit, ut distantia Lunæ 60. semid. Telluris ad distantiam Telluris a Sole; sed est ut vera media Lunæ distantia

$60 \frac{1}{2}$ . sem. Telluris ad distantiam Telluris a Sole. Quare augmentum determinatum parte  $\frac{1}{110}$  augeri debet, & se habebit ad vim gravitatis in superficie Telluris, ut 1  $\frac{1}{110}$  ad 643428, aut ut 1 ad 638110.

§. 403. Augmentum hoc gravitatis Lunæ in Quadraturis ex actione Solis est ad augmentum gravitatis aquæ in superficie Telluris in locis a Sole 90 gr. distantibus, ex eadem Solis actione, ut  $60 \frac{1}{2}$  ad 1; ideo augmentum hoc gravitatis ad ipsam aquæ gravitatem, ut 1 ad 38605679. Diminutio gravitatis sub Sole, & in loco opposito, est dupla hujus augmenti, ideo est ad gravitatem, ut 1 ad 19302839, & tota mutatio in gravitate, ex actione Solis, est ad ipsam gravitatem, ut 1 ad 12868560.

§. 404. Ut actionem Lunæ cum actione Solis comparemus,

mus, experimenta sunt instituenda in locis, in quibus propter angustias Mare sensibilibiter attollitur. Prope Bristoliam tempore Autumnali & Verno, in quo agitatio Maris est maxima, ascendit aqua in Syzygiis plus minus pedibus 45; in Quadraturis pedibus plus minus 25, qui numeri sunt intes se, ut 9 ad 4.

Facillima foret determinatio virium, quas quærimus; & agitationes maximæ & minimæ exactæ in Syzygiis darentur, quod non obtinere antea vidimus.

Distantia autem Lunæ a Syzygia, aut a Quadratura, non semper est eadem in maximo aut minimo aquarum ascensu; nam variat hæc distantia, quia Luna nunc magis, nunc minus a Meridiano distat, quando per Syzygiam aut Quadraturam ipsa transit. Distantia media Lunæ a Syzygia, aut Quadratura, ad quam observationes memoratæ referri debent, est circiter 18 Gr. 30', ita ut tota Solis actio, neque cum Lunæ actione conspiret in Syzygiis, neque contrarie agat in Quadraturis. Etiam in tali casu si in Syzygia ambo Luminaria in Æquatore fuerint, in memorata distantia a Quadratura, declinatio Lunæ est plus minus 22 gr. 13'; quo minuitur Lunæ vis ad Mare movendum. Ulterius, ceteris paribus, distantia Lunæ a Tellure in Syzygiis minor est, quam in Quadraturis; unde etiam actio Lunæ in Quadraturis minuitur: ad quæ omnia attendendo detegitur vim mediocrem Solis ad Mare movendum se habere ad vim mediocrem Lunæ ad idem agitandum, ut 1 ad 4, 4815. Sed vis Solis est ad vim gravitatis, ut 1 ad 12868560; quare vis Lunæ est ad eandem vim gravitatis, ut 1 ad 2871485. Ex quibus sequitur vires has Lunæ & Solis nimium esse exiguas, ut in pendulis & aliis experimentis sint sensibiles; has autem ipsas valere ad Mare agitandum facile probatur.

§. 405. Minuendo gravitatem in superficie Telluris parte  $\frac{1}{190}$  Mare attollitur pertic. Rheuoland. 9534, id est, pedibus Rhenanis 114408; perticæ enim singulæ continent pedes duodecim: unde detegitur ope regulæ proportionum Solis actionem mutare Maris altitudinem fere pedibus duobus; & hanc ex Lunæ actione mutari pedibus 8, 74; & ex ambabus actionibus conjunctis agitatio mediocris est circiter decem pedum, quod cum observationibus satis congruit; nam in Oceano aperto, prout Mare <sup>magis aut</sup>

aut minus patet, attollitur aqua ad altitudinem sex, novem, duodecim, vel quindecim pedum; & etiam differentia datur pro diversa profunditate aquarum. Ubi vero magna vi Mare freta intrat, impetus non frangitur, nisi majori adscensu; & Mare multo magis attollitur.

## C A P. XXI.

*De Luna Densitate & Figura.*

§. 406. **V**ires Solis & Lunæ ad Mare movendum sunt inter se in ratione composita ex ratione quantitatum materiæ in his corporibus, (singulæ enim particulæ agunt), & ratione inversa cuborum distantiarum Solis & Lunæ a Tellure. Quantitates materiæ sunt in ratione composita ex ratione voluminum, id est, cuborum diametrorum, & ratione densitatum; quare vires memoratæ sunt directæ, ut densitates & cubi diametrorum, & inverse ut cubi distantiarum. Agitur hic de densitatibus mediis, quales pro diversis Planetis supra determinavimus.

§. 407. Diametri apparentes corporum, id est, anguli sub quibus videntur, crescunt ut ipsæ diametri, & minuantur ut distantia; id est, sunt directæ ut diametri, & inverse ut distantia; idcirco ratio composita ex ratione cuborum diametrorum apparentium Solis & Lunæ, & ex ratione densitatum, erit ratio Virium, quibus hæc corpora Mare movent. Ideoque horum corporum densitates sunt directæ ut vires, quibus Mare movent, & inverse ut cubi diametrorum apparentium: & dividendo vires per cubos harum diametrorum, datur ratio densitatum.

§. 408. Vis Solis est ad vim Lunæ, ut 1 ad 4, 4315; media diameter apparens Solis est 32', 12", & media Lunæ diameter apparens est 31', 16"  $\frac{1}{2}$ , id est, sunt inter se ut

3864 ad 3753. Est igitur densitas Solis ad Lunæ densitatem, ut 10000 ad 48911; quæ Lunæ densitas cum Jovis, Saturni, & Telluris densitatibus potest conferri, estque Luna Tellure densior.

Quantitates materiæ in duobus corporibus sunt inter se in ratione composita densitatum & voluminum; id est, si de Spæris agatur, in ratione composita densitatum & cuborum diametrorum.

§. 409.



§. 409. Lunæ & Telluris densitates sunt inter se, ut 8911 ad 39539, diametri ut 20 ad 73; ideo quantitates materiæ in his corporibus, ut 1 ad 39, 31. Licet densitates detegantur, positis corporibus homogeneis, quantitates materiæ recte definiuntur, quamvis corpora homogenea non sint; nam illam determinamus densitatem, quam corpus haberet, si materia, ex qua corpus revera constat, per hoc æqualiter dispergeretur.

§. 410. Gravitates in superficiebus Telluris & Lunæ determinantur, multiplicando densitates per diametros, id est sunt inter se, fere ut 3 ad 1, aut ut 431 ad 146, qui numerus etiam exprimit relationem gravitatis in superficie Lunæ cum gravitate in superficiebus Solis, Jovis, & Saturni.

§. 411. Centrum commune gravitatis Lunæ & Telluris, circa quod ambo corpora moventur, determinatur; nam hujus a Telluris centro distantia est ad distantiam inter centra amborum corporum, ut quantitas materiæ in Luna ad quantitatem materiæ in ambobus corporibus, itaque 40, 31 ad 1, ut Lunæ distantia a Tellure ad distantiam quæsitam centri gravitatis a centro Telluris, quæ detegitur 2543927. *Perticaram*, ut ex notis Telluris diametro, & Lunæ distantia deducitur.

§. 412. Ut Lunæ figuram determinemus, examinanda est figura, quam si fluida foret, acquireret. Si Lunam solam consideremus quiescentem, spherica erit. Si actionem Telluris in Lunam consideremus, acquireret Luna figuram Sphæroidis, cujus axis per Tellurem transiret. Vis Telluris ad Lunæ figuram mutandam est ad vim Lunæ in Tellurem, ut 39, 31 ad 1, & ut diameter Lunæ ad Telluris diametrum, quæ sunt inter se, ut 20 ad 73, estque ratio composita ex his 10, 77 ad 1. Hæc vis Lunæ est ad gravitatem in superficie Telluris, ut 1 ad 2871485; quæ gravitas in Telluris superficie est ad gravitatem in superficie Lunæ, ut 431 ad 146, aut ut 2871485 ad 973166; quare actio Telluris ad mutandam Lunæ figuram, ad gravitatem in superficie Lunæ, ut 10, 77 ad 97366, aut ut 1 ad 90359. Mutata gravitate in Tellu-

ris superficie parte  $\frac{1}{2871485}$  aqua attollitur pedibus 8; ideo si gravitas parte  $\frac{1}{90359}$  mutaretur, elevatio foret pedum 254, ut regula aurea detegitur: si servata hac diminutione gra-

gravitatis, de corpore minori agatur, minuenda est hæc altitudo in ratione diametri; ideo ex actione Telluris altitudo hæc in Luna est circiter pedum 70: & æquilibrium non dabitur, si Luna sit homogenea, nisi axis Sphæroidis superat diametrum ad hunc perpendicularem pedibus 140.

§. 413. Unica proportionem detegitur, ex nota altitudine Maris ex Lunæ actione, altitudo in Luna ex Telluris actione; nam sunt hæc in ratione duplicata inversa gravitatum in superficiebus illorum corporum; cujus regulæ hæc est demonstratio.

§. 414. Si vires æquales in hæc corpora agerent, hæc similes acquirerent figuras; quia vires eodem modo in singulas particulas agunt. Adscensus ergo essent inter se ut diametri.

Adscensus hi sunt quoque ut ipsæ vires, quæ sunt ut quantitates materiæ in corporibus agentibus, & ut diametri corporum, quorum figuræ mutantur. Coniunctis omnibus rationibus aquarum adscensus in Luna & Tellure sunt in ratione duplicata directæ diametrorum horum corporum, & inversa quantitatum materiæ in ipsis, id est, in ratione inversa gravitatum in superficiebus. Cui rationi hæc eadem ratio iterum addenda est, ita ut duplicata fiat; quia adscensus sunt quoque inverse ut gravitates agentes in particulas, quæ attolluntur.

§. 415. Si posita, quam nunc determinavimus, lunæ figura, partes coherere concipiamus, æquilibrium inter Lunæ partes non dabitur, nisi axis Sphæroidis ad Tellurem dirigatur; unde videmus, quare Luna eandem faciem semper Telluri obvertat: nam continua agitatione, qua Sphæroidis axis ad Tellurem dirigatur, Luna tandem acquisivit motum circa aliam axem, de quo motu antea egimus: qui motus eodem tempore peragitur, in quo Luna circa Tellurem revolvitur; quod ex actione memorata sequitur; si enim major foret celeritas, vi, qua eadem facies ad Tellurem semper dirigatur, continuo illa retardaretur; acceleraretur continuo, si minor foret. Vis tamen hæc satis magna est, ut in singulis revolutionibus æquabilitatem motus acquisiti circa axem sensibiliter turbet: ideo motus circa axem æquabilis est, licet motu inæquali in orbita moveatur Luna. Situs etiam axis Lunæ non vi memorata immutari potest, ut ad planum orbitæ, dum huius inclinatio immutatur, semper perpendicularis sit, idcirco ad planum orbitæ paululo inclinatur axis Lunæ, ut antea vidimus.

F I N I S.

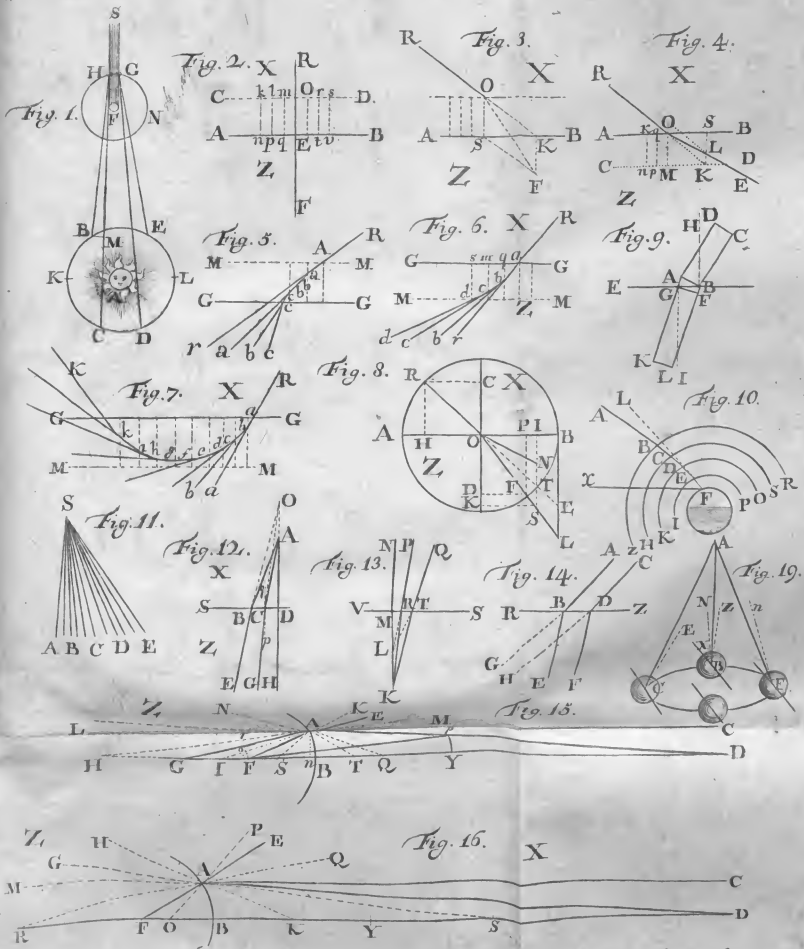




Fig. 1.

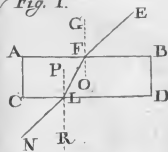


Fig. 2.

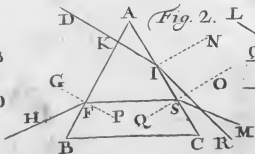


Fig. 3.

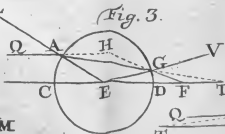


Fig. 4.

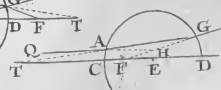


Fig. 5.

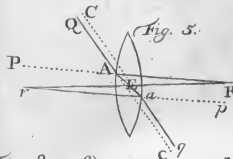


Fig. 6.

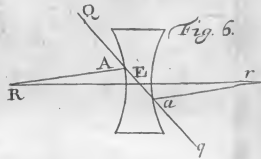


Fig. 7.

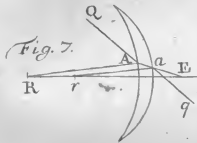


Fig. 8.

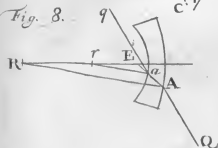


Fig. 9.

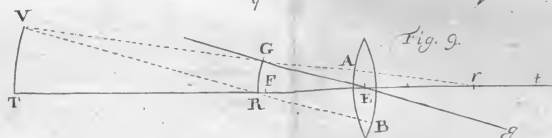


Fig. 10.

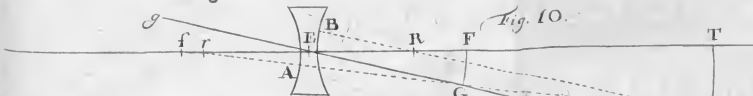


Fig. 11.

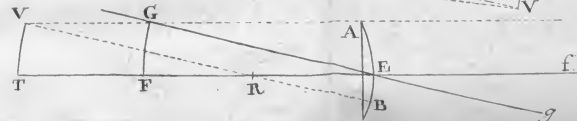


Fig. 12.



Fig. 13.

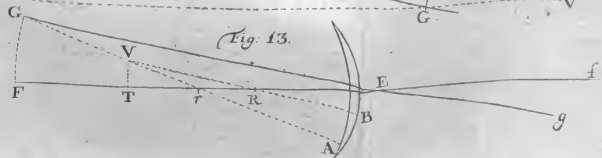




Fig. 1.

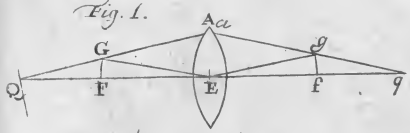


Fig. 2.

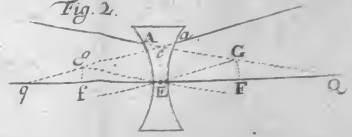


Fig. 3.

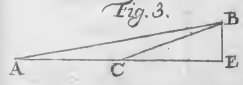


Fig. 4.

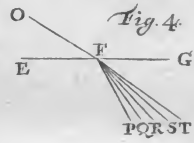


Fig. 5.

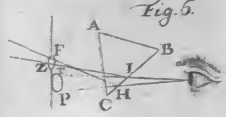


Fig. 5.

Fig. 7.

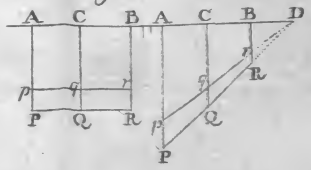


Fig. 8.

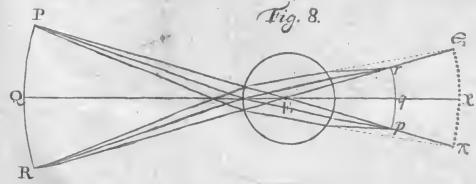


Fig. 9.

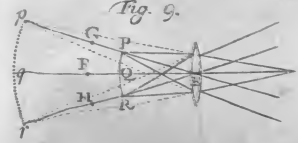


Fig. 10.

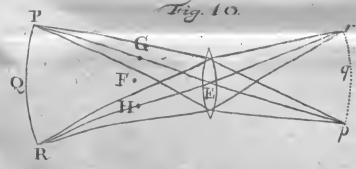


Fig. 11.

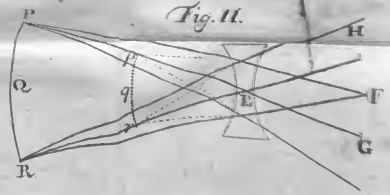






Fig. 2.

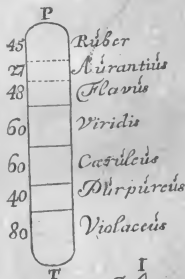


Fig. 1.

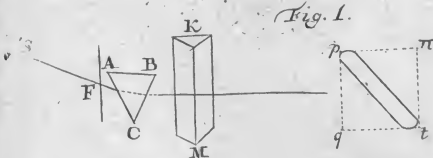


Fig. 4.

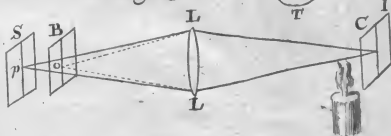


Fig. 5.



Fig. 6.

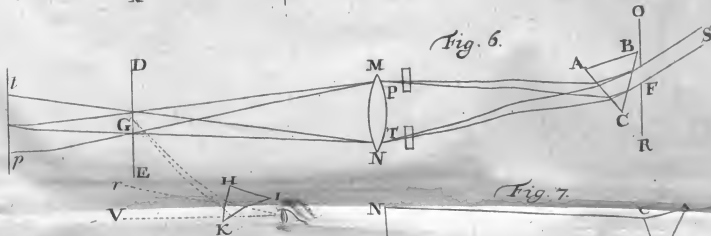


Fig. 8.



Fig. 7.

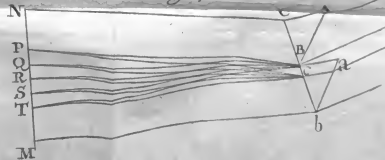


Fig 1

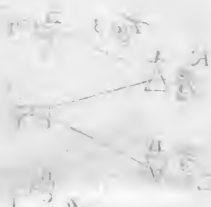


Fig 2



Fig 3



Fig. 1.

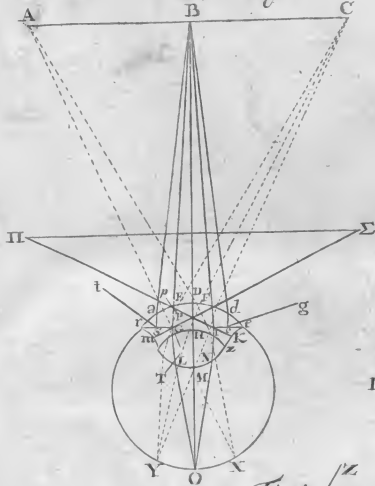


Fig. 2.

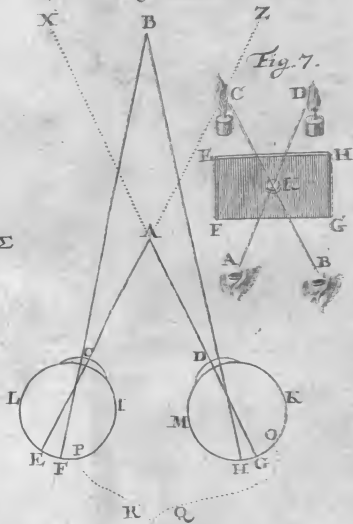


Fig. 7.

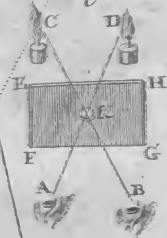


Fig. 3.

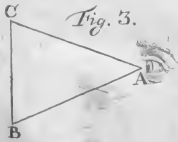


Fig. 4.

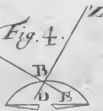


Fig. 5.

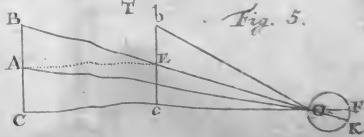
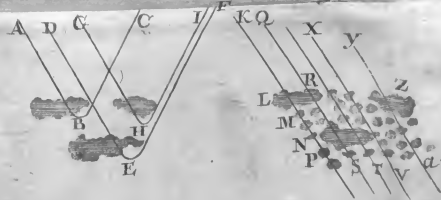


Fig. 6.





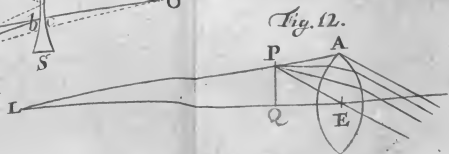
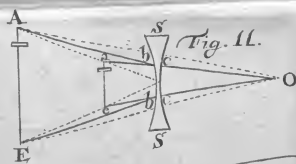
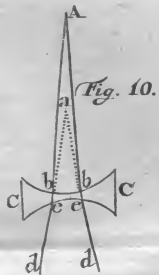
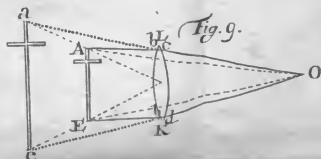
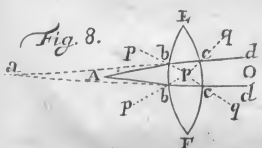
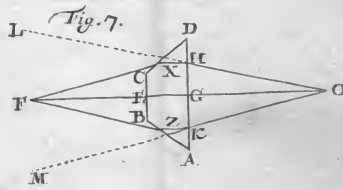
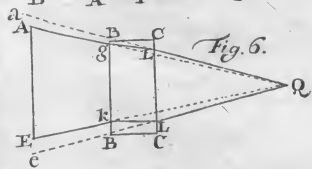
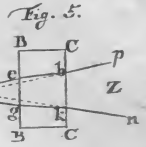
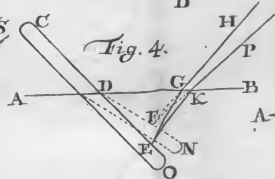
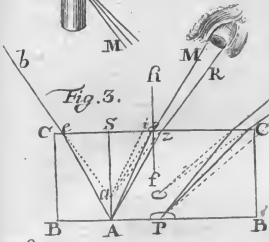
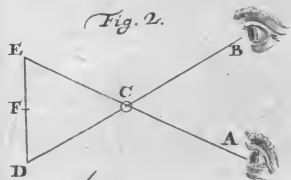
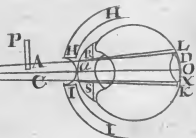
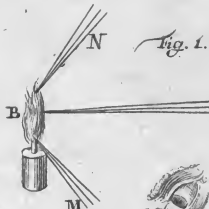




Fig. 1.

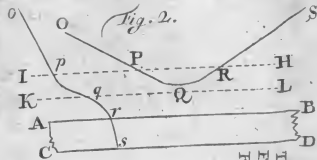
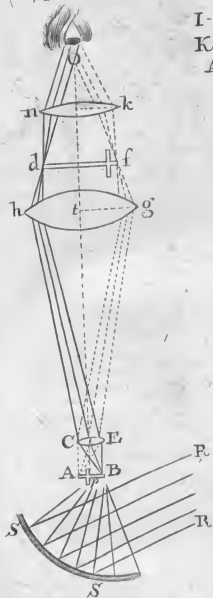


Fig. 3.

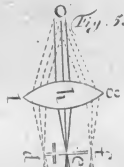


Fig. 4.

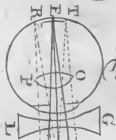


Fig. 5.



Fig. 6.

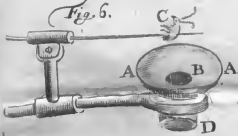






Fig. 1.

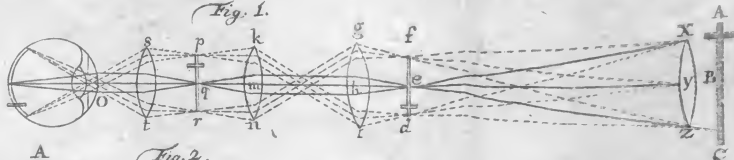


Fig. 2.

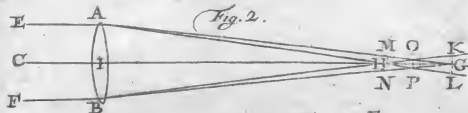


Fig. 4.



Fig. 5.

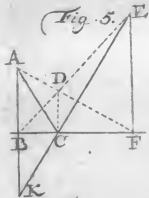


Fig. 6.

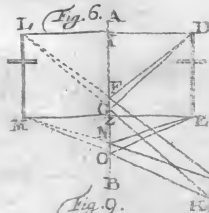


Fig. 7.

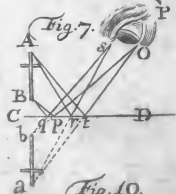


Fig. 8.

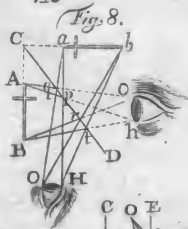


Fig. 9.

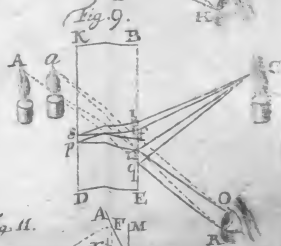


Fig. 10.

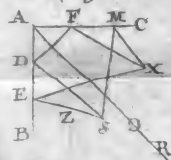


Fig. 11.

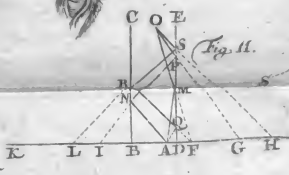
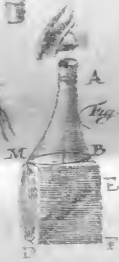


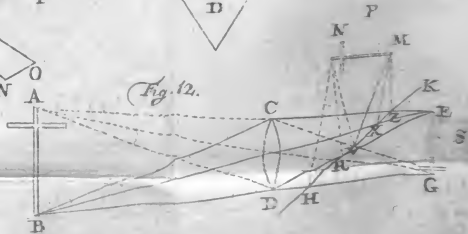
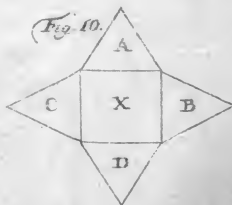
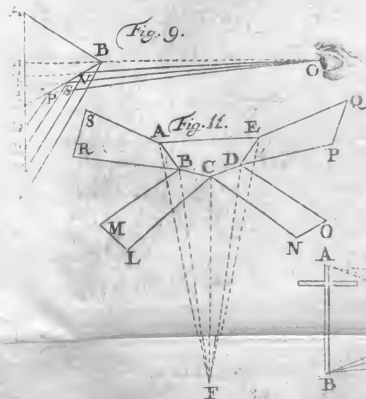
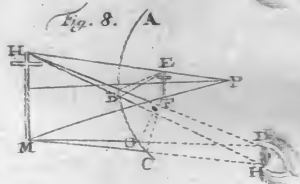
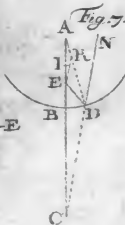
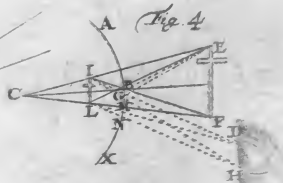
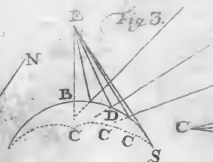
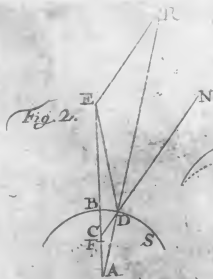
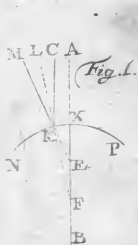
Fig. 12.



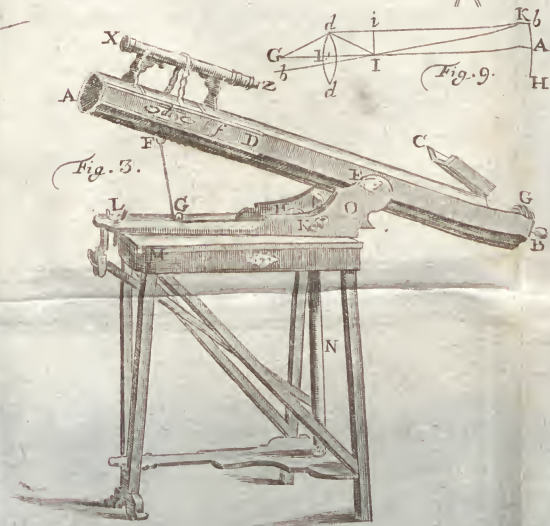
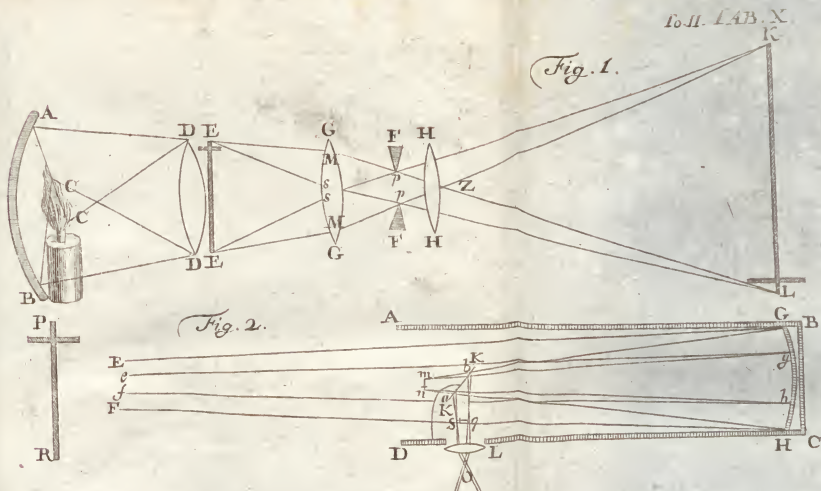
Fig. 13.





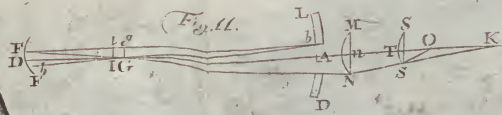
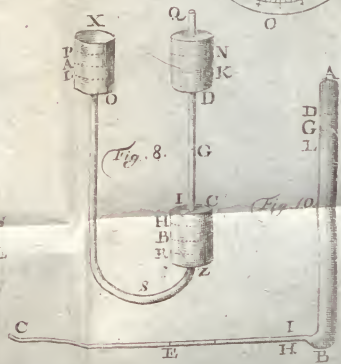
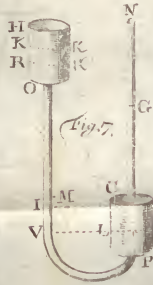
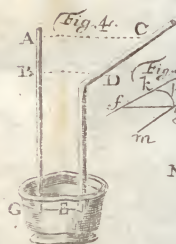
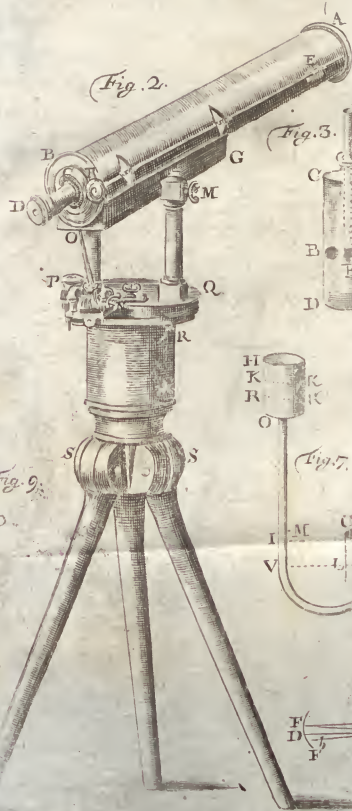
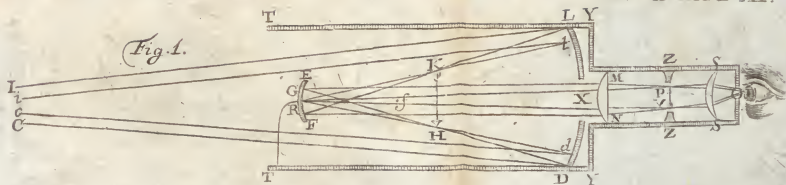








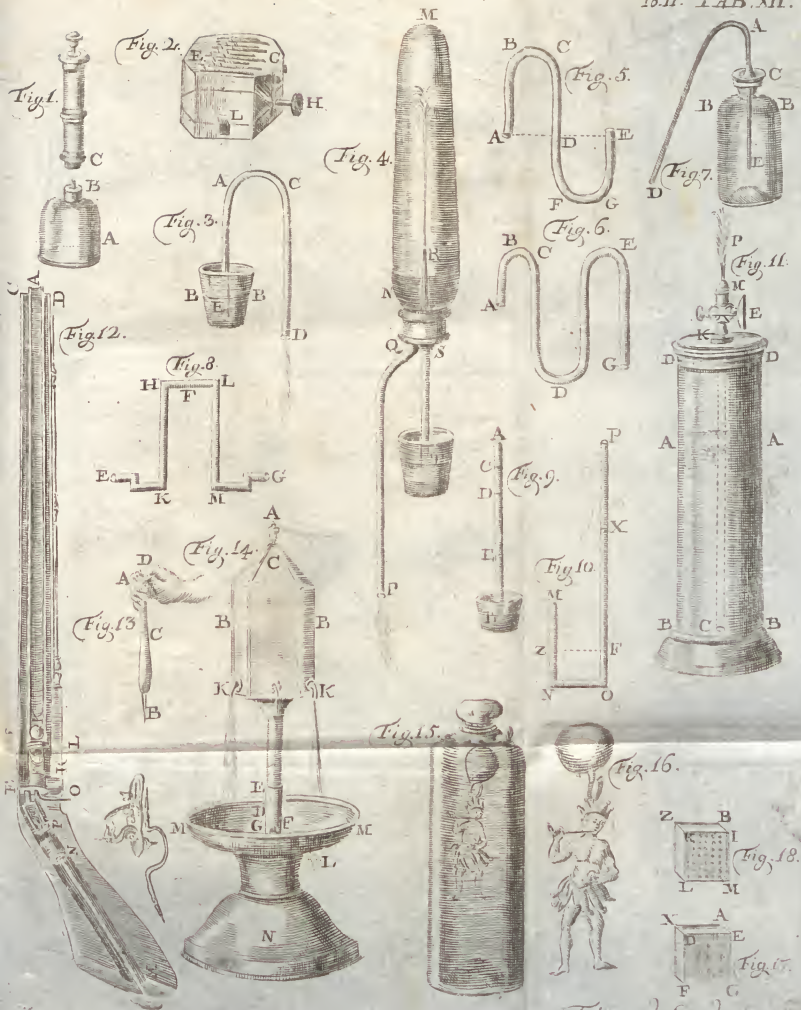
A  
B



Philippa

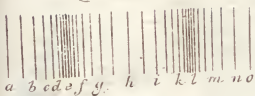








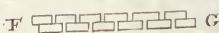
(Fig. 1.



(Fig. 2.



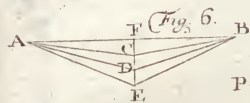
(Fig. 3.



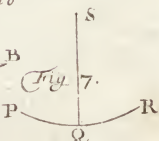
(Fig. 5.



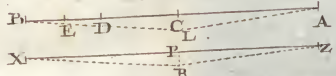
(Fig. 4.



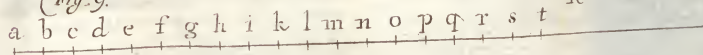
(Fig. 7.



(Fig. 8.



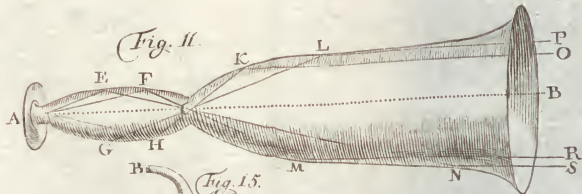
(Fig. 9.



(Fig. 10.



(Fig. 11.



(Fig. 15.



(Fig. 12.



(Fig. 13.

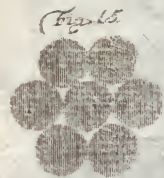
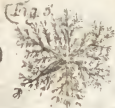
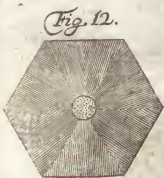


(Fig. 14.



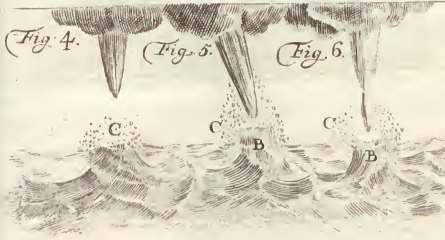
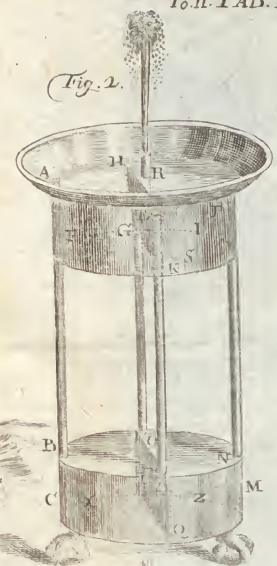
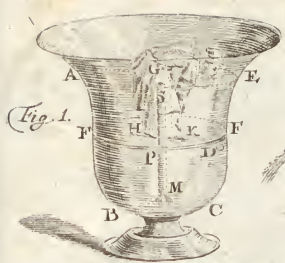


Fig. 1. B .....













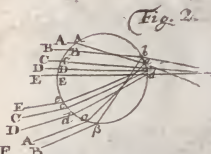
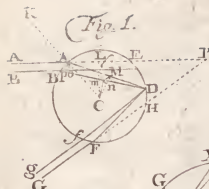
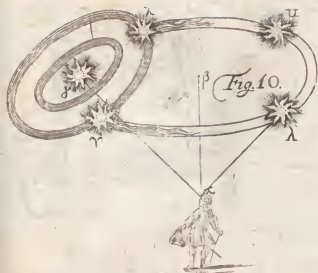


Fig. 4.

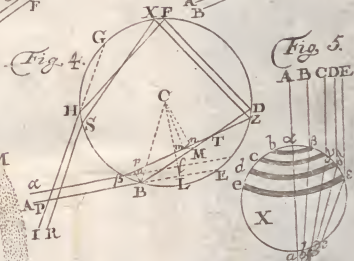


Fig. 5.

A B C D E

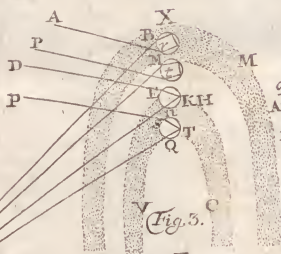
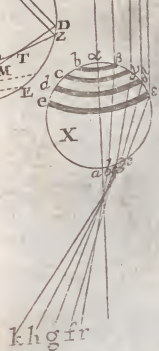


Fig. 3.

Z



Fig. 6.

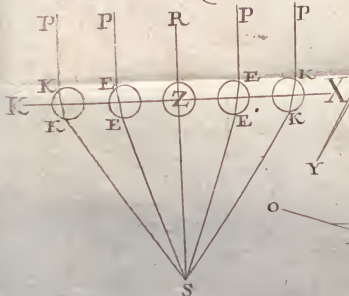


Fig. 7.



Fig. 9.

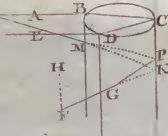
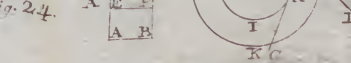
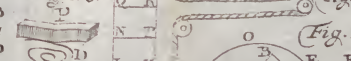
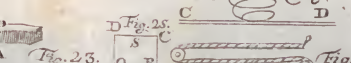
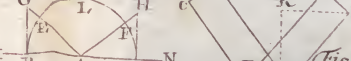
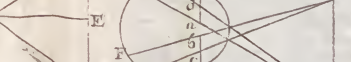
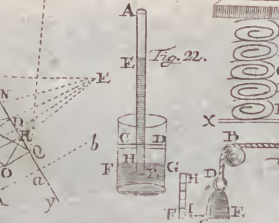
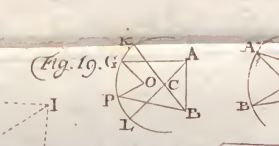
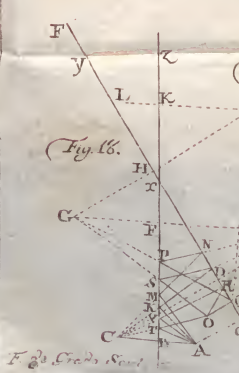
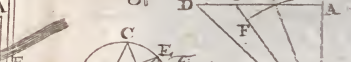
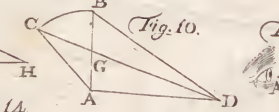
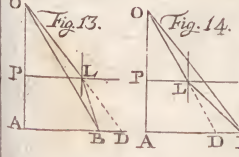
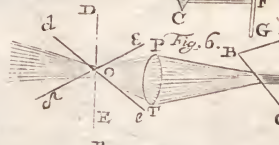
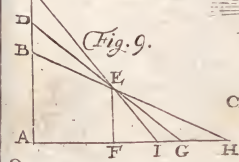
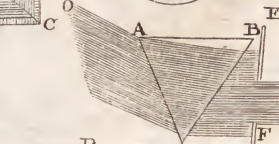
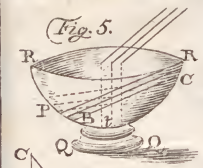
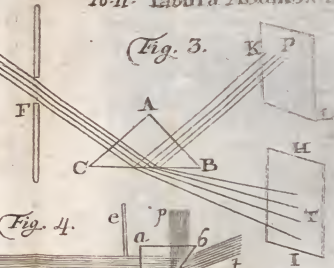
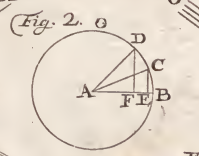
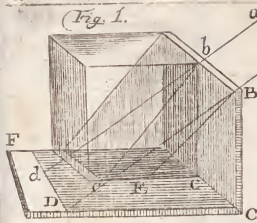


Fig. 8.









Jup. cum Satell.



Fig. 2.



Sat.

Merc.

Venus

Tell.

Mars



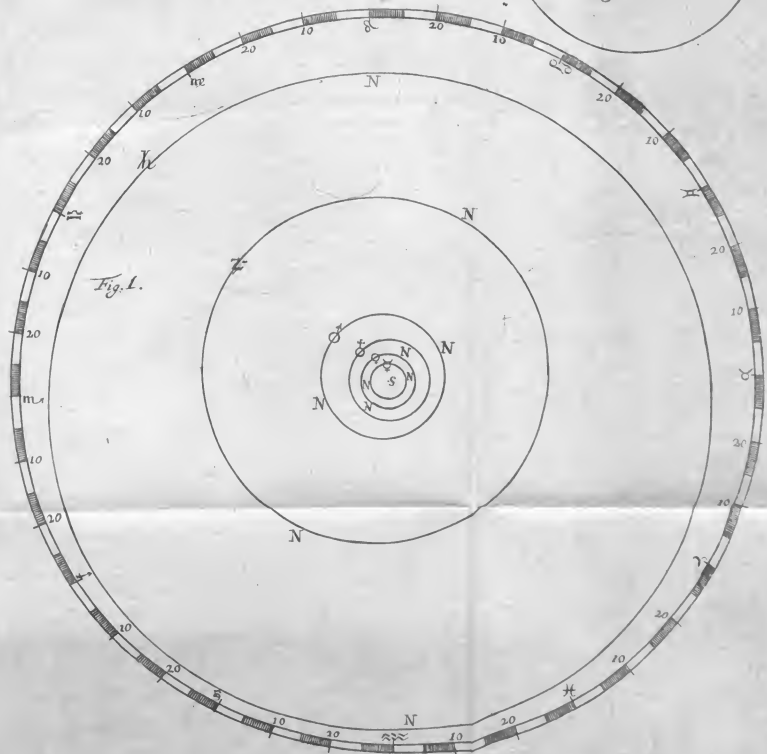
Fig. 4.

Jup.

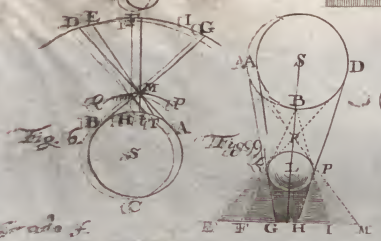
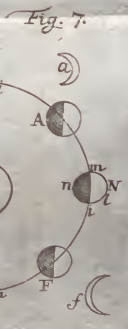
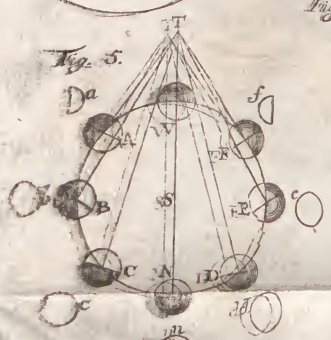
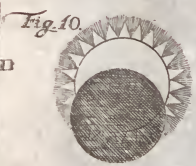
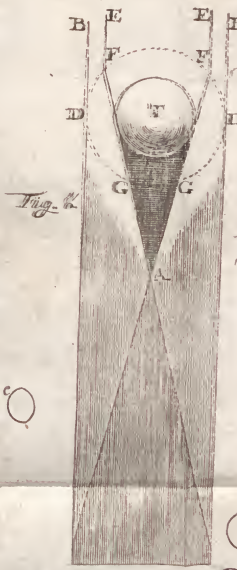
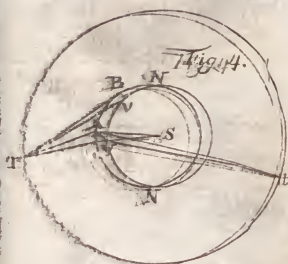
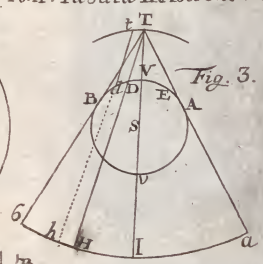
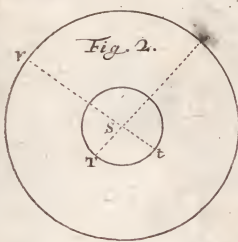
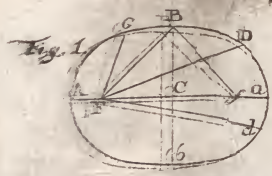
Sat. cum Satell.



Fig. 3.











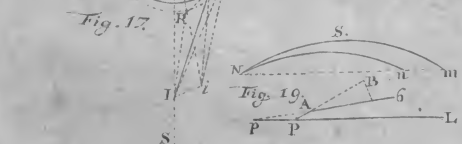
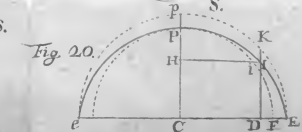
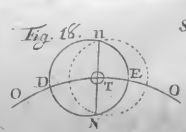
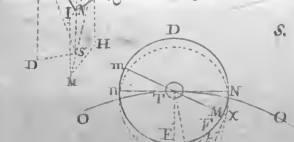
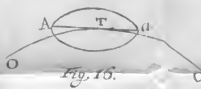
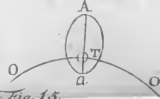
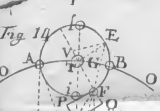
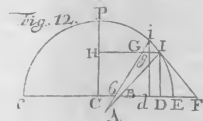
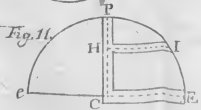
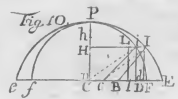
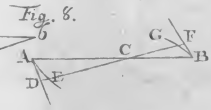
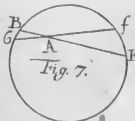
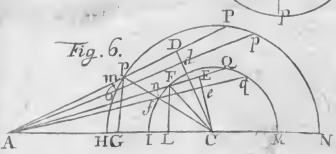
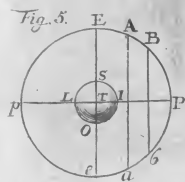
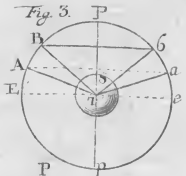
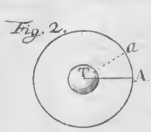
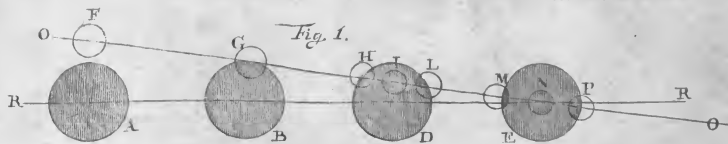




Fig. 1.

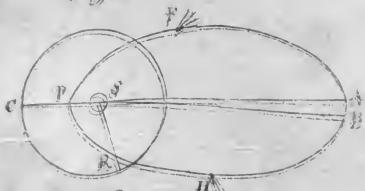


Fig. 2.

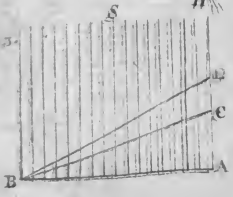


Fig. 2.

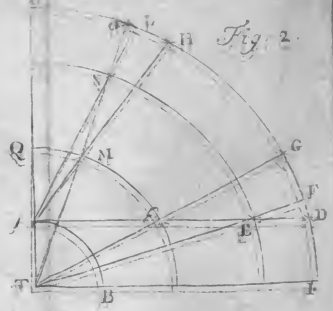


Fig. 4.

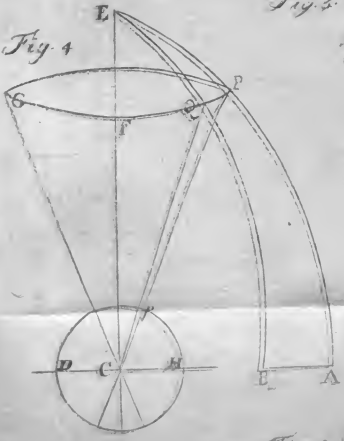


Fig. 5.

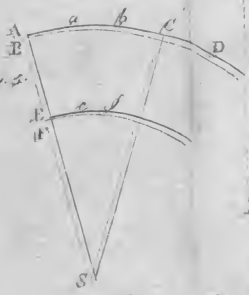


Fig. 6.

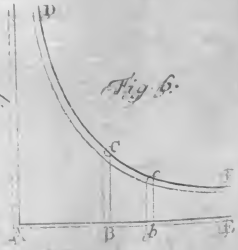


Fig. 7.

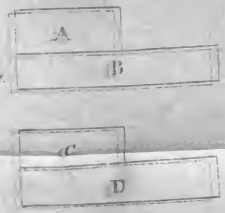


Fig. 8.

